

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA
DISMINUIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN.

SCARPATI BENAVIDES MIGUEL ANTONIO

PROYECTO DE GRADO

Doctor. ALIRIO ESTUPIÑAN
Director de Tesis

UNIVERSIDAD DEL NORTE
DIVISION DE INGENIERIAS
MAESTRIA INGENIERIA INDUSTRIAL
Barranquilla, Colombia

2007

Nota de Aceptación

Director de Tesis

Corrector de tesis

Jurado

Jurado

Barranquilla, 01 de Mayo de 2007

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES, PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	11
1.1.1 Antecedentes	11
1.1.2 Antecedentes Generales del sector	11
1.1.3 Antecedentes Generales de Manufacturas Scarpatti Ltda.	13
1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA RELACIÓN COSTO – EFECTO)	15
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Árbol de objetivos (Relación de medios – fines)	17
1.2.2.1 Alternativas de solución	18
1.3 JUSTIFICACIÓN	19
1.3.1 Justificación teórica	19
1.3.2 Justificación práctica	19
1.3.3 Justificación personal	19
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1. Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES	20
1.5.1 Alcances	20
1.5.2 Limitaciones	21
1.6 MARCO DE REFERENCIA	21
1.7 MARCO TEÓRICO	23
1.7.1 Concepto de modelo matemático	23
1.7.2 Elementos del modelo matemático	

	Pág.
1.7.3 Clasificación de los modelos	24
1.8 MARCO CONCEPTUAL	25
2. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	30
2.1 RESEÑA HISTÓRICA	30
2.2 PLAN EXPORTADOR	31
2.3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE LA EMPRESA	32
2.3.1 Descripción física	32
2.4 ORGANIGRAMA DE MANUFACTURAS SCARPATTI LTDA.	32
2.5 PERFIL DE LA EMPRESA	34
2.5.1 Productos fabricados y comercializados	34
2.5.2 Área geográfica de comercialización y cubrimiento	34
2.5.3 Políticas de ventas y fijación de precios	34
2.6 PROCESO PRODUCTIVO	35
3 DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO	40
3.1 ASPECTOS GENERALES DEL ANÁLISIS	40
3.2 FAMILIAS DE PRODUCTOS	40
3.3 COSTO DE PRODUCCIÓN	42
3.3.1 Material directo	42
3.3.2 Costo mano de obra directa	43
3.3.3 Costo indirecto de fabricación	44
3.3.4 Costo total	45
3.4 CANTIDAD DE INVENTARIO	46
3.5 COSTO DE INVENTARIO	53
3.6 PRONÓSTICO DE DEMANDA	54
3.7 INVENTARIO AUTORIZADO	57
3.8 TIEMPO DE PRODUCCIÓN	60
3.9 CAPACIDAD DE LA PLANTA	61
3.10 INVENTARIO FINAL	62
4 DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO	63
4.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES	63
4.2 FUNCIÓN DE MINIMIZACIÓN	64
4.3 RESTRICCIÓN DE DEMANDA	66

	Pág.
4.3.1 Restricción de demanda pantalón de hombre (ph)	66
4.3.2 Restricción de demanda pantalón de dama (pd)	67
4.3.3 Restricción de demanda pantalón de niño (po)	67
4.3.4 Restricción de demanda pantalón de niña (pa)	68
4.3.5 Restricción de demanda bermuda hombre (bh)	68
4.3.6 Restricción de demanda bermuda dama (bd)	69
4.3.7 Restricción de demanda bermuda niño (bo)	69
4.3.8 Restricción de demanda bermuda niña (ba)	69
4.3.9 Restricción de demanda braga dama (gd)	70
4.3.10 Restricción de demanda braga niño (go)	70
4.3.11 Restricción de demanda braga niña (ga)	71
4.3.12 Restricción de demanda falda dama (fd)	71
4.3.13 Restricción de demanda falda niña (fa)	72
4.3.14 Restricción de demanda camisa hombre (ch)	72
4.3.15 Restricción de demanda camisa niño (co)	73
4.3.16 Restricción de demanda blusa dama (sd)	73
4.3.17 Restricción de demanda blusa niña (sa)	73
4.4 RESTRICCIÓN DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN	74
4.4.1 Restricción de tiempo de producción mes 1	75
4.4.2 Restricción de tiempo de producción mes 2	75
4.4.3 Restricción de tiempo de producción mes 3	75
4.4.4 Restricción de tiempo de producción mes 4	75
4.4.5 Restricción de tiempo de producción mes 5	75
4.4.6 Restricción de tiempo de producción mes 6	76
4.4.7 Restricción de tiempo de producción mes 7	76
4.4.8 Restricción de tiempo de producción mes 8	76
4.4.9 Restricción de tiempo de producción mes 9	76
4.4.10 Restricción de tiempo de producción mes 10	76
4.4.11 Restricción de tiempo de producción mes 11	77
4.4.12 Restricción de tiempo de producción mes 12	77
4.5 RESTRICCIÓN DE INVENTARIO FINAL	77
4.5.1 Restricción de inventario final. Pantalón de hombre (ph)	77
4.5.2 Restricción de inventario final. Pantalón de dama (pd)	78

	Pág.
4.5.3 Restricción de inventario final. Pantalón de niño (po)	78
4.5.4 Restricción de inventario final. Pantalón de niña (pa)	79
4.5.5 Restricción de inventario final. Bermuda hombre (bh)	79
4.5.6 Restricción de inventario final. Bermuda dama (bd)	79
4.5.7 Restricción de inventario final. Bermuda niño (bo)	80
4.5.8 Restricción de inventario final. Bermuda niña (ba)	80
4.5.9 Restricción de inventario final. Braga dama (gd)	81
4.5.10 Restricción de inventario final. Braga niño (go)	81
4.5.11 Restricción de inventario final. Braga niña (ga)	81
4.5.12 Restricción de inventario final. Falda dama (fd)	82
4.5.13 Restricción de inventario final. Falda niña (fa)	82
4.5.14 Restricción de inventario final. Camisa hombre (ch)	83
4.5.15 Restricción de inventario final. Camisa niño (co)	83
4.5.16 Restricción de inventario final. Blusa dama (sd)	84
4.5.17 Restricción de inventario final. Blusa niña (sa)	84
5. ANALISIS DE RESULTADOS	86
5.1 SELECCIÓN DE DATOS	86
5.2 DATOS REGISTRADOS EN EL AÑO 2005	86
5.3 UNIDADES FABRICADAS	86
5.4 COSTOS DE PRODUCCIÓN	93
5.5 INVENTARIO	100
5.6 COSTO DE INVENTARIO	107
5.7 COSTO DE MANTENER INVENTARIO	114
5.8 CAPACIDAD INSTALADA	121
5.9 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	124
5.9.1 Costo de producción	125
5.9.2 Costo de mantener inventario	133
5.9.3 Demanda de productos	141
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	150
6.1 CONCLUSIONES GENERALES	150
6.1.1 Unidades fabricadas	150
6.1.2 Costo de producción	151
6.1.3 Costo de mantener inventario	152

	Pág.
6.1.4 Capacidad instalada	153
6.2 RECOMENDACIONES	154
BIBLIOGRAFIA	156
ANEXOS	158

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Organigrama de Manufacturas Scarpatti Ltda.	33
Gráfica 2. Unidades fabricadas – dato óptimo e histórico.	89
Gráfica 3. Consolidado unidades fabricadas – dato óptimo e histórico.	90
Gráfica 4. Costo de producción – dato óptimo e histórico.	96
Gráfica 5. Consolidado costo de producción – dato óptimo e histórico.	97
Gráfica 6. Inventario – dato óptimo e histórico.	103
Gráfica 7. Consolidado de inventario – dato óptimo e histórico.	104
Gráfica 8. Costo de inventario – dato óptimo e histórico.	110
Gráfica 9. Consolidado costo de inventario – dato óptimo e histórico.	111
Gráfica 10. Costo de mantener inventario – dato óptimo e histórico.	117
Gráfica 11. Consolidado costo de mantener inventario – dato óptimo e histórico.	118
Gráfica 12. Capacidad instalada – dato óptimo y capacidad.	122
Gráfica 13. Capacidad ociosa.	123
Gráfica 14. Costo de producción. Escenario peor – óptimo – mejor.	130
Gráfica 15. Consolidado costo de producción. Escenario peor – óptimo – mejor.	131
Gráfica 16. Costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo – mejor.	138
Gráfica 17. Consolidado costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo – mejor.	139
Gráfica 18. Demanda de producto. Escenario peor – óptimo – mejor.	146
Gráfica 19. Consolidado demanda de producto. Escenario peor – óptimo – mejor.	147

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Porcentaje de fabricación.	34
Cuadro 2. Tiempos sección corte.	37
Cuadro 3. Tiempo en la sección ensamble.	38
Cuadro 4. Familias de producción.	41
Cuadro 5. Costo material directo.	42
Cuadro 6. Costo mano de obra directa.	43
Cuadro 7. Costos indirectos de fabricación.	45
Cuadro 8. Costo total de fabricación.	45
Cuadro 9. Costo de fabricación.	46
Cuadro 10. Inventario final año 2003.	47
Cuadro 11. Costo de inventario.	53
Cuadro 12. Pronóstico demanda.	55
Cuadro 13. Inventario autorizado.	58
Cuadro 14. Tiempo de producción.	61
Cuadro 15. Capacidad de planta.	62
Cuadro 16. Unidades fabricadas – dato óptimo e histórico.	87
Cuadro 17. Consolidado unidades fabricadas – dato óptimo e histórico.	90
Cuadro 18. Costo de producción – dato óptimo e histórico.	94
Cuadro 19. Consolidado costo de producción – dato óptimo e histórico.	97
Cuadro 20. Inventario – dato óptimo año 2005.	101
Cuadro 21. Inventario – dato óptimo e histórico.	104
Cuadro 22. Costo de inventario – dato óptimo e histórico.	108

	Pág.
Cuadro 23. Consolidado costo de inventario – dato óptimo e histórico.	111
Cuadro 24. Costo de mantener inventario – dato óptimo e histórico.	115
Cuadro 25. Consolidado costo de mantener inventario – Dato óptimo e histórico.	118
Cuadro 26. Capacidad instalada – dato óptimo y capacidad.	121
Cuadro 27. Costo de producción. Escenario peor – óptimo – mejor.	126
Cuadro 28. Consolidado costo de producción. Escenario peor – óptimo – mejor.	131
Cuadro 29. Costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo – mejor.	134
Cuadro 30. Consolidado costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo – mejor.	139
Cuadro 31. Demanda de productos. Escenario peor – óptimo – mejor.	142
Cuadro 32. Consolidado demanda de productos. Escenario peor – óptimo – mejor.	147
Cuadro 33. Porcentaje disminución unidades fabricadas – dato óptimo año 2005.	151
Cuadro 34. Porcentaje disminución costo producción – dato óptimo año 2005.	152
Cuadro 35. Porcentaje disminución costo de mantener inventario – dato óptimo año 2005.	153
Cuadro 36. Porcentaje capacidad ociosa de planta.	154

1 GENERALIDADES, PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes. En el sector de las confecciones compiten diversas empresas locales y extranjeras que para ganar una mayor participación de mercado ofrecen productos de buena calidad a precios competitivos. Es por esto, que las empresas de confecciones que pretendan mantenerse en el mercado requieren de una planificación de sus planes de producción con miras a fabricar productos a precios competitivos que le permitan cada día ofrecerle mayores beneficios al consumidor.

1.1.2 Antecedentes generales del sector. Los antecedentes generales del sector de las confecciones giran en torno a los costos del producto y las diferentes variables que inciden en ellas. A continuación relacionamos las de mayor impacto.

- Preferencias arancelarias: En los últimos años, diferentes países y en especial los Estados Unidos de América (EE.UU.), están abriendo sus mercados con el fin de comercializar sus productos a nivel mundial. En esta nueva era de la globalización resulta aventajado aquel país o empresa que ofrezca un mejor producto o servicio con la mejor calidad y los mejores precios. En este sentido el país del norte, nos lleva varios años de adelanto con experiencia reconocida en los diferentes mercados. Consecuente con sus políticas de expansión los EE.UU. han realizado acuerdos comerciales con diferentes países, para ser más exactos, con México lo que le genera gran cantidad de beneficios para introducir sus productos al mercado más apetecido del mundo. En años anteriores el sector de las confecciones en Colombia, era

el principal socio comercial de los EE.UU. en cuanto a maquila de producto se refiere; éstos contrataban gran cantidad de mano de obra para que les confeccionaran sus productos a muy buenos precios, considerando el bajo costo de la hora hombre en Colombia en comparación con otros países. Con la llegada de los tratados de libre comercio a México, resultando más beneficioso realizar contrataciones con este último; dadas las múltiples ventajas que éste le brinda con las excepciones arancelarias para introducir los productos, en las cercanías con el país destino, mejor control de sus procesos, disponibilidad de materia prima, entre otros. Hoy en día México abandera la producción de múltiples productos al convertirse en sede de muchas empresas extranjeras que instalan sus plantas de fabricación en este país para acogerse a los beneficios que le otorga el tratado de libre comercio con los EE.UU.

Estamos a puertas de firmar el ALCA con los EE.UU. aspecto que es crucial para retomar las relaciones comerciales de años anteriores. Por lo tanto, tenemos el tiempo justo para preparar a nuestras empresas en todos los aspectos para que nos permitan ofrecer nuestros productos a precios competitivos, esto es determinante para definir con qué empresa o país se realizaran las futuras relaciones comerciales.

- Costeo del producto: Existen evidencias de empresas del sector que no conocen con exactitud cuánto les cuesta producir sus productos. Estas estiman muchos de sus procesos de producción e insumos y al final no cuentan con datos reales de sus costos de producción, que les permitan tomar decisiones de compra o venta sin temor a equivocarse. En el sistema de negocio de maquila de producto la rentabilidad por unidad es mínima, la utilidad se alcanza en volúmenes de producción; hecho que no permite equivocarse en los costos de producción porque no existe un margen de seguridad.

- Modelos de costos: No existe en el sector modelos matemáticos de costos que permitan estudiar los diferentes rubros que causan gastos en el producto final, de tal forma que arroje datos de su implicación en el costo final. Éstos permiten detectar los rubros de costos más significativos para proceder a analizarlos y estudiar de qué forma se pueden llegar a minimizar.

1.1.3 Antecedentes generales de MANUFACTURAS SCARPATTI LTDA.

Los antecedentes generales de la empresa MS hacen parte del común del sector confecciones. A continuación relacionamos los que más están incidiendo en la baja productividad de la empresa.

- Inventarios: Durante mucho tiempo se ha escuchado del “justo a tiempo” implementado por los japoneses en las diferentes cadenas de negocios que ellos desarrollan. Este concepto en nuestro país es bastante desconocido y casi no lo tienen en cuenta los empresarios que comercializan sus productos a gran o menor escala. Muchas veces desconocen los costos que ocasionan los inventarios ociosos en una empresa o simplemente no le dan el crédito que se merece. Solo hasta que las empresas incursionan en las exportaciones y se registran las grandes sumas de dinero que acarrea un inventario en determinado sitio con toda la cantidad de aspectos secundarios que esto ocasiona, se logra percibir con exactitud la magnitud del problema.

Conciente de lo importante del manejo de los inventarios de los productos terminados, como de los insumos de materia prima, la Empresa, se ha propuesto implementar sistemas efectivos que le permitan con exactitud no incurrir en el manejo de inventarios no deseados. Para lo anterior cuenta con toda una base de datos de las compras y ventas realizadas durante su trayectoria en el proceso de fabricación y comercialización; aspecto fundamental para decidir cantidades y tiempo de las compras y ventas.

- Planificación de la producción: En la fabricación de los productos intervienen variedad de procesos, de mano de obra y de insumos que se realizan algunos en la planta de fabricación de la Empresa, y otros se contratan con terceros. Por lo complejo de la fabricación se requiere de una excelente planificación de la producción para coordinar los diferentes procesos.

Actualmente la Empresa, programa su producción basada en datos históricos de ventas que le permiten estimar un promedio de las cantidades a producir por periodos. Estos planes de producción por lo general coinciden con la demanda

por parte del cliente. La Empresa, es conciente que este sistema tradicional de programación de la producción presenta falencias al no considerar variables importantes que ocasionan costos inoficiosos y pérdida de mercado del producto.

- Sistema de costos: La Empresa, cuenta con un programa de costos que fue diseñado para llevar un control minucioso de todos los costos en que incurre en la cadena productiva desde la entrada de materia prima hasta la distribución de los productos terminados.

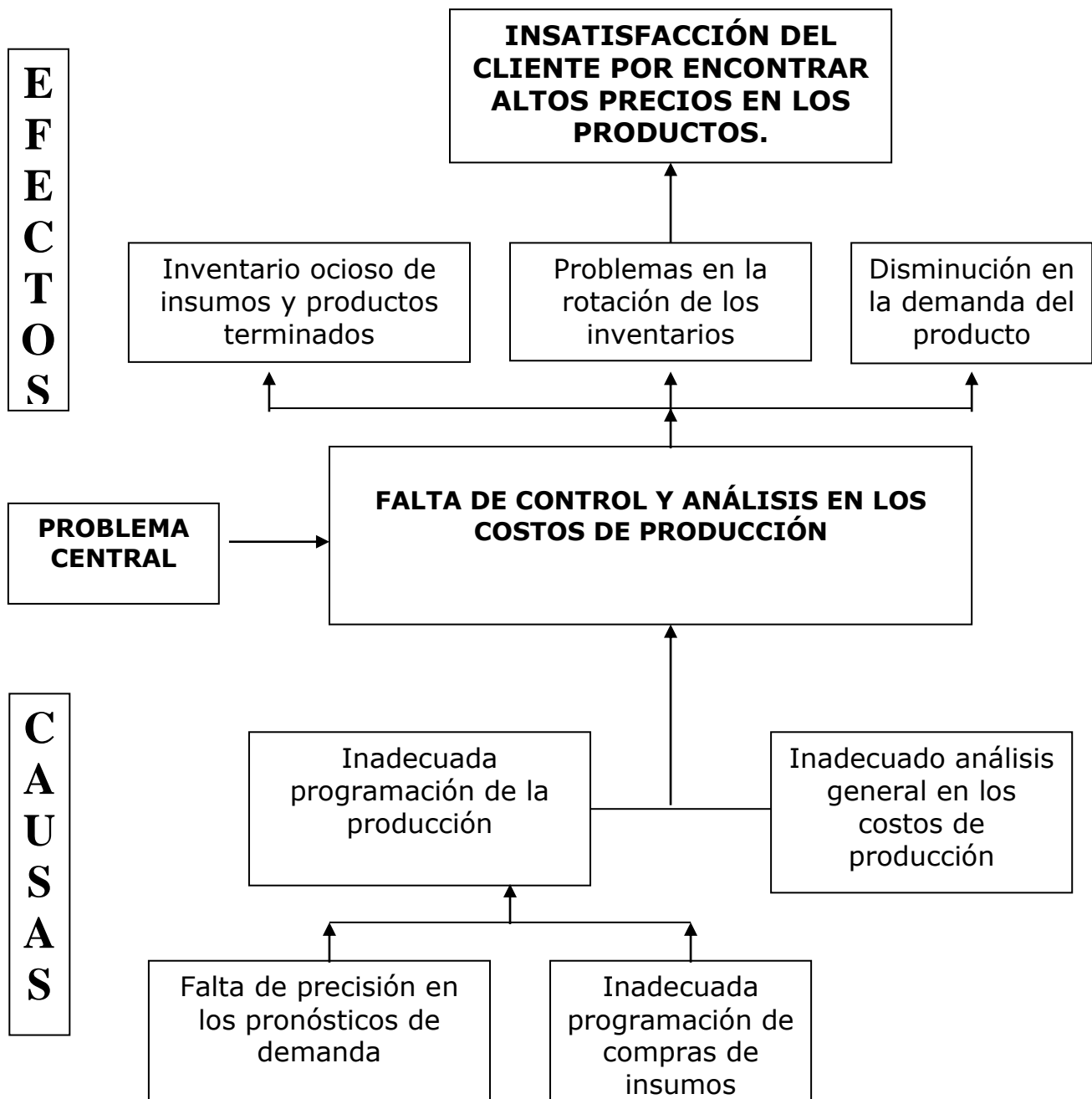
El programa, por su estructura requiere de una buena organización de los diferentes procesos para la recopilación de la información de todos los factores que ocasionan gastos en la Empresa, para que posteriormente se recopile esa información que ayuda en la alimentación del software y finalmente proceder a estudiar los datos que éste arroje.

Durante la puesta en marcha del sistema de costo, la Empresa, emprendió la tarea de los pasos previos para el funcionamiento del software basada en los requerimientos exigidos por la empresa proveedora de éste. Finalmente, por decisión de la directiva de la Empresa, se ordenó el desmonte de todo el sistema como resultado de no obtener datos a corto plazo que era lo que en el momento se requería con suma urgencia, retomando así el método tradicional para costear los productos basados en estimaciones de los procesos.

Después de la experiencia vivida durante el proceso de exportación en los diferentes países, la Empresa, es conciente de la necesidad de esta herramienta para costear sus productos con precisión y reconoce que el proceso de la implementación del software requiere cambios en la organización de la Empresa, y que los resultados se obtendrán a largo plazo. Esto, como resultado de múltiples negocios no realizados con clientes que ofrecían precios por debajo de los estipulados por la Empresa, y eran rechazados por carecer de sistemas de costos confiables, que permitieran con seguridad negociar sin temor a estar incurriendo en pérdidas; vender por debajo de los costos de fabricación.

1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA (RELACIÓN CAUSA – EFECTO)

Teniendo en cuenta que la Empresa, pretende evitar insatisfacción en el cliente, por encontrar altos precios en los productos que ofrece en el mercado, la siguiente grafica ilustra los diferentes factores que ocasionan el problema:



1.2.1 Planteamiento del problema. El problema que presenta la Empresa, es que no cuenta con una herramienta confiable para programar de la mejor manera posible su producción en los diferentes periodos del año que le permita confeccionar sin incurrir en inventarios ociosos de insumos y productos terminados; lo que ocasiona un incremento significativo en los costos de producción.

Al determinar con mayor precisión las unidades a fabricar se puede realizar una buena programación de compra en insumos a utilizar, que permitan minimizar los costos finales de producción mediante la implementación de acuerdos de compras. De igual forma, la Empresa, estará preparada para suplir la demanda de los clientes y garantizar los productos que demanden en los diferentes periodos y no incurrir en pérdidas de ventas por escasez del producto.

Por otro lado, también se encuentran problemas como el no pronosticar con mayor precisión el tamaño de la demanda exigida por los clientes y las fallas presentes en el momento de registrar el saldo del inventario que queda en la bodega central y en los puntos de venta.

Todos estos problemas generan una falta de planeación y control al momento de realizar la programación de la producción en un periodo determinado y también que se presenten problemas en la rotación de inventario en los puntos de venta.

En términos generales, la Empresa, no cuenta con una herramienta que le permita analizar su sistema de costo de fabricación de los productos, más allá del simple precio de adquirir un insumo o servicio. Para analizar los costos de producción globalmente, la Empresa, debe estudiar las diferentes variables que ocasionan costos en el producto final e involucrarlas entre sí y finalmente decidir cuál es la mejor ruta a seguir; teniendo en cuenta aspectos como: Tiempo, Precio y Necesidades entre otros.

Como resultado final, toda la problemática descrita anteriormente, causa insatisfacción en el cliente, por encontrar altos precios en los productos que ofrece la Empresa.

1.2.2 Árbol de objetivos (relación de medios - fines). Tomando en cuenta que es necesario establecer qué pretende la puesta en marcha de la siguiente investigación, es decir, cuáles son sus objetivos. En la siguiente gráfica se mostrará lo opuesto (las metas a alcanzar) a partir de los problemas planteados en el diagrama Causa-Efecto en lo concerniente a la disminución de los costos de producción.



1.2.2.1 Alternativas de solución. Las alternativas de solución a considerar están encaminadas a engranar los diferentes departamentos de toma de dediciones de la empresa como un todo y no por separado; apartándose de los objetivos globales de la empresa.

1. Pronósticos de demanda: Recopilar toda la información de datos de ventas que posee la Empresa, a lo largo de su trayectoria en el comercio y desglosar en términos que permita analizar las cifras por separado: Almacenes, Regiones, Vendedores, Estilos de Productos, Periodos (Meses), etc. Una vez recopilada esta información, se utilizarán técnicas de pronóstico para estimar la demanda de los productos.

2. Programación de compra de insumos: La compra de insumos se deberá realizar por lapsos de tiempo definidos basados en las necesidades reales de compra con los precios y tiempos precisos, con el fin de disminuir los precios por compra de altos volúmenes de insumos y garantizar los tiempos de entrega por parte del proveedor.

3. Programación de la producción: Ésta se realizará basada en los pronósticos de ventas que se tengan para el periodo siguiente y se verificará con los inventarios de productos terminados e insumos. Una vez analizadas estas variables en conjunto, se procederá a realizar la programación de la producción.

4. Análisis de los costos de producción: Se analizarán todos los rubros que causan costos en el producto final, con el fin de conocer su incidencia en los costos y proceder a determinar aquellos innecesarios o que se pueden disminuir. El análisis se realizará más allá del simple hecho de conocer cuánto nos cuesta en pesos comprar o hacer determinado proceso. El estudio abarcará su incidencia con todas las variables que intervienen en el proceso de fabricación de los productos.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

1.3.1 Justificación teórica. Investigar cómo solucionar el problema presente en el control y análisis de los costos de producción mediante la creación de un modelo matemático, ayudará a las empresas que pertenecen al sector de las confecciones a analizar todas las variables que causan costos dentro de su organización y proceder a implementar técnicas para disminuir en lo posible aquellas que ocasionen un incremento significativo en los costos del producto final o simplemente detectar aquellas que se consideren innecesarias.

1.3.2 Justificación práctica. Buscar la forma de solucionar el problema presente en el control y análisis de los costos de producción, ayudará a las empresas del sector a aumentar su nivel de competitividad frente a la competencia; al reducir los inventarios de insumos y productos terminados, programación efectiva de producción y pronósticos confiables de ventas. Aspectos que garantizaran una disminución sustancial en sus costos de producción al final.

1.3.3 Justificación personal. Investigar cómo solucionar el problema presente en el control y análisis de los costos de producción, ayudará a solucionar problemas generales que se presentan en las empresas, mediante la implementación de modelos matemáticos que ayuden a optimizar los recursos de la empresa.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general. Disminuir los costos de fabricación de los productos, mediante el diseño e implementación de un modelo matemático que permita analizar y controlar las diferentes variables que ocasionan costos en el producto final.

1.4.2 Objetivos específicos.

1. Programación de la producción con alto grado de precisión que cumpla con la demanda de los productos; que sean confiables al momento de realizar las ordenes de compra de insumos y servicios.
2. Mayor precisión y control en la información de los inventarios que se generan de Insumos y Productos Terminados.
3. Implementar métodos de compra de insumos basados en la combinación de requerimiento e inventarios.
4. Diseñar un modelo matemático que sea flexible para analizar y controlar los costos de producción, para cualquier confección de prendas de vestir.
5. Análisis y control de las diferentes variables que ocasionan costos, para implementar técnicas que lleven a una disminución significativa en el costo final.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.5.1 Alcances. Como principal propósito se desea disminuir los costos de fabricación de la Empresa, para aumentar su nivel de competitividad en el mercado. De igual forma el modelo matemático será flexible para ser adaptado a cualquier empresa del sector de la confección, que quiera minimizar los costos de producción; ayudando de esta forma al sector, que se encuentra bastante estancado en cuanto a tecnología y competitividad respecto a otros sectores de la economía.

La estructura del modelo será diseñada con variables estándar, con el fin de hacer efectiva la recopilación y alimentación de la información en el modelo, y por ultimo la interpretación de los resultados. Dado lo anterior, las empresas que quieran implementar el modelo no requieren hacer inversiones costosas en contratación de mano de obra calificada y compras de programas entre otros.

1.5.2 Limitaciones. La principal limitante es la de no encontrar información histórica confiable de la Empresa, que permita correr el modelo sin incurrir en error en los datos de entrada.

El modelo está diseñado en variables muy precisas como demanda de productos, niveles de inventarios, costos de fabricación, precios de venta, familias de productos, etc. que requieren de una buena documentación y registro por parte de la Empresa, para entregar información confiable. Sumado a lo anterior, la información que se requiere revela toda la estructura organizacional de la Empresa, hecho que es bastante inquietante desde el punto de vista de revelar sus datos a la competencia.

1.6 MARCO DE REFERENCIA.

A diario se encuentran empresas lideradas por administradores o contadores que dirigen las empresas en el tema de costos con diversos criterios desde su formación académica. El Contador, se centra en la forma de registrar los gastos que se ocasionan en un periodo determinado, es minucioso en establecer criterios para asignar los rubros a cada cuenta. El Administrador, por su formación académica es más visionario en cuanto al tema de los costos; se especializa en la administración de los recursos, en la disminución de los costos de inventarios; en general, en promover estrategias para disminuir los costos desde el punto netamente administrativo.

Los Ingenieros Industriales, tienen una formación académica de la administración de los costos más global. El registro y la administración de los recursos es importante, pero, no se considera que esto es suficiente si se quiere una verdadera minimización de los costos de producción a gran escala.

El modelo matemático para la minimización de los costos de producción está enfocado en analizar y controlar los costos mucho más allá del simple hecho de hacer un registro minucioso de los gastos y de administrar los recursos del proceso en forma efectiva. El modelo propone analizar las diferentes variables que inciden en el costo final del producto en forma macro por separado y luego

ponerlas a interactuar entre sí, de tal forma que genera un costo óptimo como resultado de la integración.

Hay empresas que consideran que tienen un buen sistema de costo porque cuentan con software que les permite calcular punto de equilibrio y diversas fórmulas más, y éstos liderados por personal altamente calificado, pero no tienen en cuenta variables macro como: cuánto necesita producir de cada producto, cuánto insumo comprar y en qué fecha, cuánto le cuesta mantener inventario en un periodo, cuánto inventario de insumo tiene para producir, cuánto inventario tiene para responder con la demanda. Variables como las antes mencionadas se deben tener en cuenta como primordiales y como complemento las tradicionales para la minimización de los costos de producción.

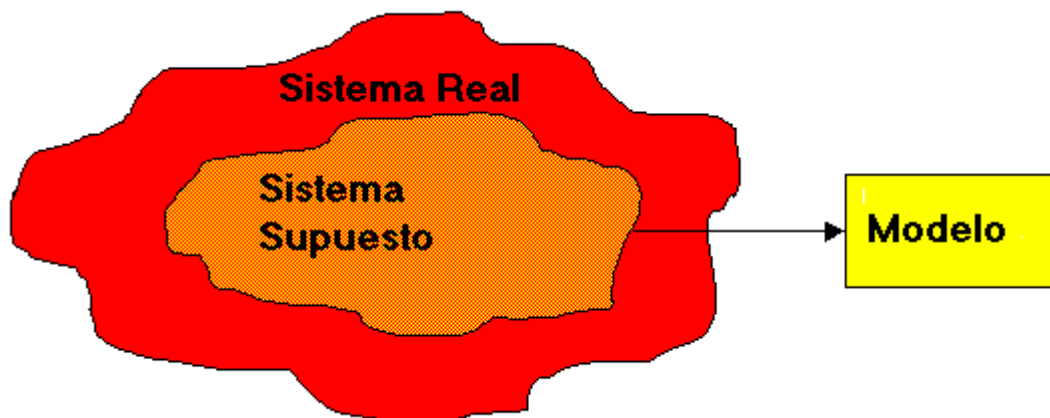
En la administración de los costos de producción existen diversa teorías o estrategias que las empresas pueden implementar dependiendo de sus necesidades. En el sector de las confecciones, el costo de mantener inventarios es un aspecto muy importante, que incluso prácticamente el éxito del negocio depende de éste. La ropa es un producto que está en constante cambio a pasos agigantados y una mala programación en los estilos puede significar la pérdida del producto. Cuando llega una moda determinada, hay que manejar los tiempos de salida del producto al mercado con mucha precisión y una vez está el producto en el mercado controlar el ritmo de demanda de tal forma que cuando termine el ciclo de la moda, se tenga cero existencia del producto; en el caso contrario el producto puede llegar a perder hasta un 70% del precio inicial.

Los tiempos de la moda de un producto pueden dar para hacer dos y tres programaciones de un producto determinado. Esta variable, inicialmente es desconocida, cuánto tiempo estará el producto en el mercado; es en el preciso instante que está en el furor de la moda que el fabricante tiene que entrar a programar su producción y luego su estrategia de mercadeo para aprovechar al máximo este ciclo, de tal forma que al culminar la moda se encuentre con cero inventarios del producto.

1.7 MARCO TEÓRICO

1.7.1 Concepto de modelo matemático. Un modelo matemático es un esquema, una ecuación, un diagrama o una teoría que simplifica una parte difícil de las matemáticas, haciendo más fácil su comprensión y que engloba de manera general muchos aspectos diferentes¹.

Un modelo es producto de una abstracción de un sistema real: eliminando las complejidades y haciendo suposiciones pertinentes, se aplica una técnica matemática y se obtiene una representación simbólica del mismo.



1.7.2 Elementos del modelo matemático

1. Variables de decisión y parámetros: Las variables de decisión son incógnitas que deben ser determinadas a partir de la solución del modelo. Los parámetros representan los valores conocidos del sistema o bien que se pueden controlar.
2. Restricciones: Las restricciones son relaciones entre las variables de decisión y magnitudes que dan sentido a la solución del problema y las acotan a valores factibles. Por ejemplo, si una de las variables de decisión representa el número de empleados de un taller, es evidente que el valor de esa variable no puede ser negativo.

3. Función objetivo. La función objetivo es una relación matemática entre las variables de decisión, parámetros y una magnitud que representa el objetivo o producto del sistema. Por ejemplo, si el objetivo del sistema es minimizar los costos de operación, la función objetivo debe expresar la relación entre el costo y las variables de decisión. La solución óptima se obtiene cuando el valor del costo sea mínimo para un conjunto de valores factibles de las variables. Es decir, hay que determinar las variables x_1, x_2, \dots, x_n que optimicen el valor de $Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ sujeto a restricciones de la forma $g(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b$, donde x_1, x_2, \dots, x_n son las variables de decisión Z es la función objetivo, f es una función matemática².

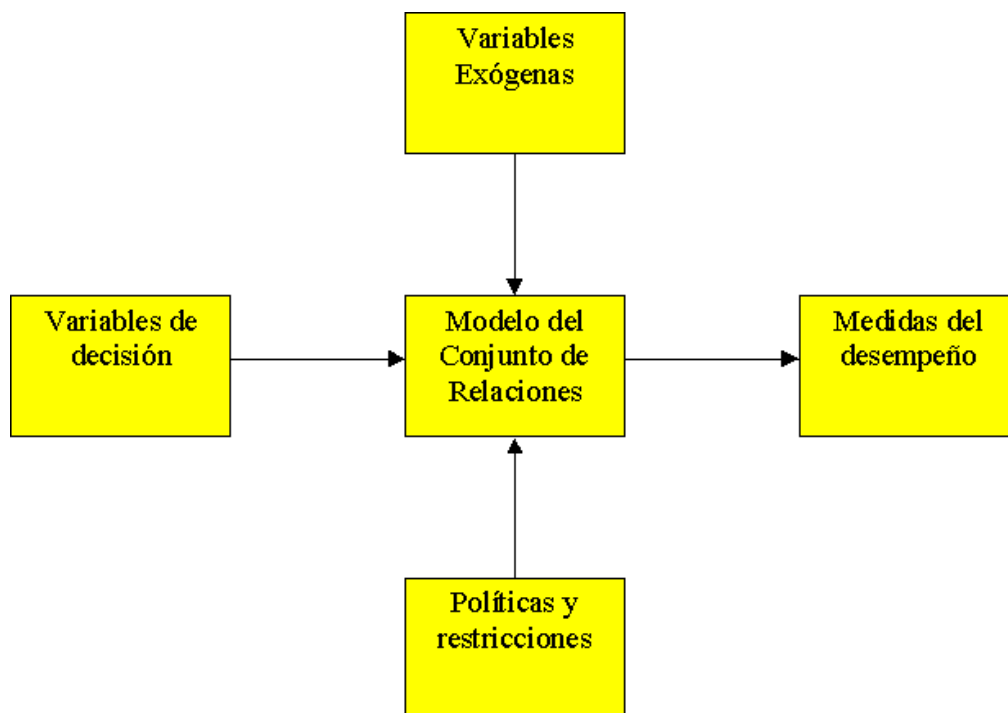
1.7.3 Clasificación de los modelos. Muchos problemas de decisión implican un gran número de factores o variables importantes o pueden tener muchas opciones; a considerar por lo que se hace necesario la utilización de computadoras para su solución. Por ejemplo, una empresa puede contar con varias fábricas donde produce bienes para enviar a cientos de clientes. Decidir la programación de las fábricas y determinar cuál de ellas debe atender a cuáles clientes, para minimizar costos, implica cientos de variables y restricciones que pueden tener millones de posibles soluciones. Los modelos de programación lineal y programación entera son las técnicas más utilizadas para resolver problemas grandes y complejos de negocios de este tipo; en ellos se aplican técnicas matemáticas para hallar el valor máximo o mínimo de un objetivo sujeto a un conjunto de restricciones.

La Simulación, es una técnica para crear modelos de sistemas grandes y complejos que incluyen incertidumbre. Se diseña un modelo para repetir el comportamiento del sistema. Este tipo de modelo se basa en la división del sistema en módulos básicos o elementales que se enlazan entre sí mediante relaciones lógicas bien definidas. El desarrollo de un modelo de simulación es muy costoso en tiempo y recursos.

Problemas Dinámicos: Los problemas dinámicos de decisión implican un tipo particular de complejidad cuando hay una secuencia de decisiones interrelacionadas a través de varios períodos. Por ejemplo, modelos de inventario; para determinar cuándo pedir mercadería y cuánto debe

mantenerse en existencia, los modelos PERT o de ruta crítica para la programación de proyectos y los modelos de colas para problemas que involucren congestión.

En los problemas complejos pueden aparecer variables exógenas o variables externas, importantes para el problema de decisión, pero que están condicionadas por factores que están fuera del control de la persona que decide, tales como condiciones económicas, acciones de los competidores, precios de las materias primas y otros factores similares. Las restricciones pueden considerar ciertas políticas definidas por la Empresa, tales como que los materiales tienen que adquirirse a determinados proveedores o que deben mantenerse ciertos niveles de calidad³.



1.8 MARCO CONCEPTUAL

Software Gams: El programa Gams, es un software desarrollado por A. Brooke, D. Kendrick y a diferencia de otros paquetes de software de implementación de algoritmos matemáticos que permiten resolver los

problemas de optimización, el programa de Gams presenta la ventaja de plantear un lenguaje de modelización que permite el poder escribir en un editor la formulación matemática del problema y posteriormente aplicarle una serie de “solvers” o programas de resolución.

Este programa fue desarrollado a finales de la década de los años 80, en el World Bank por un grupo de economistas, aprovechando la experiencia de su trabajo sobre programas de desarrollo económico, que requieren en primer lugar una modelización exhaustiva y posteriormente la aplicación de los correspondientes programas de optimización para poder hallar la solución numérica a los modelos propuestos.

Software Statgraphic: Este programa es apropiado para todas aquellas personas que necesitan analizar estadísticamente datos provenientes de mediciones y/o experimentos industriales, como sería Ingenieros de Proceso o de Calidad, personal de Investigación y Desarrollo, de Validación de Métodos Analíticos, etc.

Statgraphics, realiza todas las rutinas estadísticas que normalmente requieren las industrias, desde estadística básica (con un excelente módulo de estadística descriptiva y de análisis exploratorio de datos), hasta análisis complejos como diseño de experimentos y métodos multivariados, pasando por módulos de control de calidad, regresión avanzada y series de tiempo.

La principal característica de este software, es que nació siendo diseñado para usarse en una PC, en contraste con otros sistemas que fueron desarrollados originalmente para "mainframe" y luego compactados para correr en una PC. Además, su ambiente gráfico e interactivo hace de Statgraphics el paquete más rápido, fácil y poderoso del mercado.

El sistema base ofrece cuatro grupos de análisis: Estadística Gráfica, Estadística Descriptiva, Estadística Inferencial y Estadística Relacional.

Los módulos de Control de Calidad y Diseño de Experimentos proveen los análisis necesarios para mejorar la relación costo/beneficio de calidad, reducir los tiempos de desarrollo, optimizar el proceso e incrementar la productividad.

Cuenta, además, con módulos de Series de Tiempo, Estadística Multivariada y Regresión Avanzada que coadyuvan a tener un mejor conocimiento del fenómeno de interés, establecer relaciones entre las variables y reducir la dimensionalidad de los datos para tener una perspectiva global de la problemática.

Los beneficios exclusivos de Statgraphics, que lo han hecho el paquete estadístico preferido de las industrias son: el Statadvisor, que ayuda al usuario a la interpretación de resultados, detección de posibles fallas en el análisis, y puede recomendar análisis complementarios; el Statreporter que permite la generación de reportes iniciales con alta calidad; el Statfolio que fue creado para realizar el mismo análisis con diferentes conjuntos de datos; el Statlink que permite vincular un archivo a un Statfolio para ser actualizado en tiempos predeterminados o a voluntad del usuario, y el Statwizard que ayuda a seleccionar el análisis más apropiado para el tipo de datos.

Pero, si se necesita más la nueva versión 5.0 de Statgraphics, se lo da con el nuevo SnapStats que permite generar resúmenes de una página de sus análisis favoritos; el StatPublish que es un publicador de resultados para su empresa que envía resultados vía FTP a su servidor Web y los puede salvar como documentos en formato HTML o XML, además de otras mejoras como la facilidad de salvar gráficas en formatos PNG, TIF, JPEG, EPS, BMP o JAVA Applets, la posibilidad de procesar datos de otras fuentes XML y la opción de encriptado que permite al usuario definir su propio script. Todo esto sin mencionar los nuevos procedimientos estadísticos y las mejoras a los ya existentes.

Costos Variables o Directos: Son aquellos que tienden a fluctuar en proporción al volumen total de la producción, de venta de artículos o la prestación de un servicio, se incurren debido a la actividad de la empresa.

Son aquellos cuya magnitud fluctúa en razón directa o casi directamente proporcional a los cambios registrados en los volúmenes de producción o venta, por ejemplo: la materia prima directa, la mano de obra directa cuando se paga destajo, impuestos sobre ingresos, comisiones sobre ventas.

Costos Fijos o Periódicos: Son aquellos que en su magnitud permanecen constantes o casi constantes, independientemente de las fluctuaciones en los volúmenes de producción y/o venta.

Resultan constantes dentro de un margen determinado de volúmenes de producción o venta.

Ejemplos: depreciaciones (método en línea recta), primas de seguros sobre las propiedades, renta de locales, honorarios por servicios, etc.

Tiempo de Producción: Es el tiempo necesario para realizar una o varias operaciones; se descompone en tiempo de espera, de preparación, de operación y de transferencia.

Tiempo de Espera: Es el tiempo en el que está el producto hasta que comienza la operación

Tiempo de Preparación: Es el tiempo que se requiere para disponer adecuadamente los recursos con que se va a efectuar la operación.

Tiempo de Operación: Es el tiempo consumido por los recursos en efectuar la operación.

Tiempo de Transferencia: Es el tiempo necesario para transportar una cantidad de producto que ya ha sido sometido a una operación a otra nueva.

Tasa de Interés: La tasa de interés es el precio del dinero en el mercado financiero. Al igual que el precio de cualquier producto, cuando hay más dinero la tasa baja y cuando hay escasez sube. Existen dos tipos de tasa de interés:

la tasa pasiva o de captación, que es la que pagan los intermediarios financieros a los oferentes de recursos por el dinero captado, y la tasa activa o de colocación, que es la que reciben los intermediarios financieros de los demandantes por los préstamos otorgados; esta última, siempre es mayor, porque la diferencia con la tasa de captación es la que permite al intermediario financiero cubrir los costos administrativos, dejando además una utilidad. La diferencia entre la tasa activa y la pasiva se llama margen de intermediación⁴.

2. DESCRIPCION ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

La empresa “Manufacturas Scarpatti Ltda.” fue fundada en el año de 1989, con siete (7) máquinas, en un local alquilado ubicado en el centro de la ciudad de Barranquilla, en la Carrera 41 con Paseo Bolívar, “Centro Comercial Colon”. Su objeto social es: Fabricación, Distribución y Comercialización de prendas de vestir.

Las ventas se realizaban a través de vendedores vinculados a la Empresa, que ofrecían los productos en la ciudad de Barranquilla, la Costa Atlántica hasta inmediaciones del Departamento de Antioquia. Así se obtuvo experiencia en este tipo de ventas mayoristas en el mercado.

En el año de 1998, a mediados del mes de mayo, se abrió al público un local comercial, denominado Almacén Soga Jeans # 1, y evaluando los resultados obtenidos en éste por ventas de contado, se optó por abrir otros locales comerciales hasta completar once Almacenes: Nueve en la ciudad de Barranquilla, uno en Santa Marta, y uno en Cartagena. Con miras a expandir el mercado la Empresa, realizo un plan exportador acompañado por Pro-Export Colombia. En este proceso se instaló una Bodega-Distribuidora en la ciudad de San José de Costa Rica; donde el producto goza de gran prestigio por la calidad de los insumos y la mano de obra.

Actualmente la Empresa, lleva operando dieciséis años (16), tiempo en el cual se ha consolidado como una empresa que se dedica a la Fabricación, Distribución y Comercialización de prendas de vestir.

2.2 PLAN EXPORTADOR

La Empresa, con el ánimo de incursionar en la búsqueda de nuevos mercados, más concretamente a nivel internacional se vinculó al programa Proexport del Gobierno Nacional, el cual tiene como objetivo incrementar las exportaciones de los productos y servicios que se fabrican en el país. En este sentido Proexport creó el programa Expopyme y en convenio con la Universidad del Norte, tienen la función de capacitar y preparar a las empresas para incursionar en nuevos mercados. Este proceso consiste en el estudio minucioso de cómo preparar internamente a la empresa en cada una de sus áreas y actividades que la conforman hasta la consecución de los posibles mercados.

Durante la realización del plan exportador, la Empresa, definió como mercados potenciales a: Estados Unidos, Costa Rica y Venezuela.

Costa Rica: La Empresa, estableció en la ciudad de San José, una bodega para distribuir los productos que fabrica. El sistema de ventas que se estableció fue a través de vendedores que se encargan de ofrecer los productos en las siete principales zonas que comprenden el área comercial del país. La empresa, logró realizar múltiples exportaciones durante un periodo comprendido entre Enero del 2001 a Enero del 2004. Durante este tiempo, los productos gozaron de gran aceptación por sus diseños, calidad y precio. La Empresa, abandonó las exportaciones porque el negocio dejó de ser atractivo por la baja en los precios del dólar e incurrió en múltiples fallas de mercadeo.

Venezuela: La Empresa, con el fin de cumplir con sus metas de exportación realizó varias agendas comerciales y se concretaron diferentes negocios; pero desafortunadamente en ese periodo se presentó mucha inestabilidad en el país vecino por conflictos del tipo político trayendo para el comercio bilateral entre los dos países toda una cantidad de consecuencias negativas.

2.3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE LA EMPRESA

2.3.1. Descripción física. La Empresa, se encuentra conformada por dos plantas de producción, sección de corte, sección de terminados y sección de bodegas. De igual forma cuenta con el departamento administrativo.

La parte administrativa se encuentra en el almacén principal Soga Jeans 3, que está localizado en la Calle 36 con Carrera 41, primer piso.

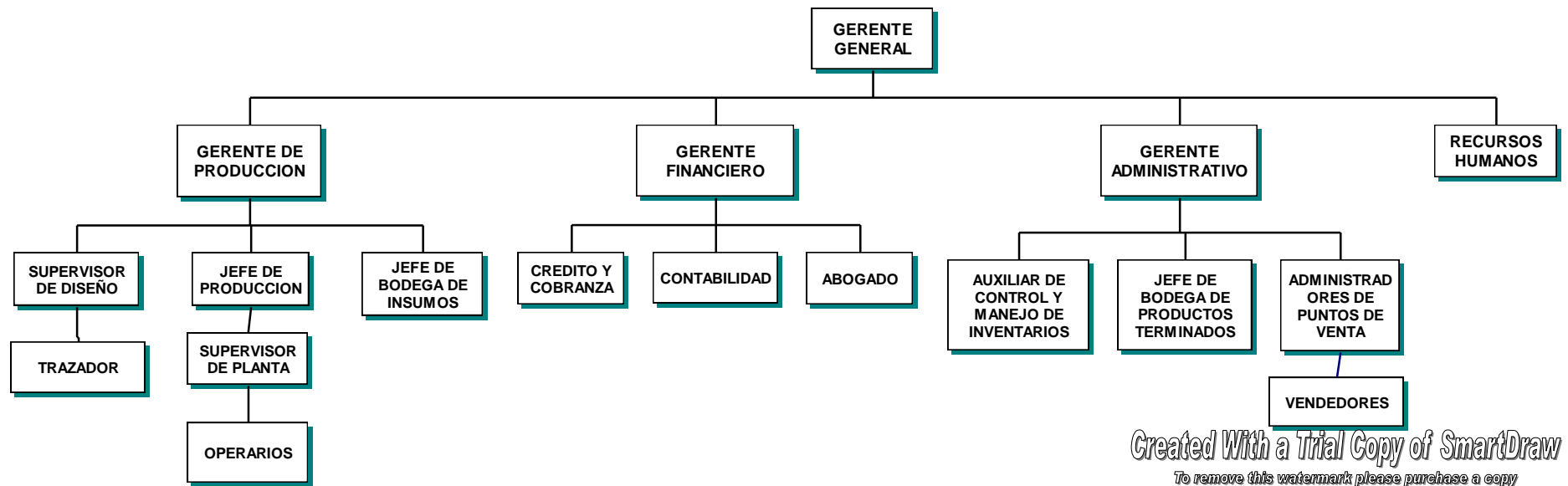
Las plantas de fabricación se encuentran en dos edificios continuos cada uno de tres pisos que tienen comunicación interna, ubicados en la Calle 36 con Carrera 41 en el Centro de la ciudad de Barranquilla.

.

- En el primer piso se encuentra la zona de entrada, recepción, vestieres, cargue y descargue de mercancías.
- En el segundo piso se encuentra la planta de fabricación de los productos y bodega de insumos.
- En el tercer piso se encuentra la sección de corte y bodega de productos terminados.

2.4. ORGANIGRAMA DE MANUFACTURAS SCARPATTI LTDA.

El organigrama de la Empresa, resulta ser un poco complicado de definir por tratarse de una empresa de tipo familiar, en donde los cargos de mayor responsabilidad se encuentran bajo la responsabilidad de los miembros de la familia Scarpatti, quienes hacen parte de la sociedad.



Gráfica 1. ORGANIGRAMA DE MANUFACTURAS SCARPATTI LTDA.

Fuente: Manufacturas Scarpatti Ltda.

2.5. PERFIL DE LA EMPRESA

2.5.1 Productos fabricados y comercializados. La Empresa, fabrica, distribuye y comercializa prendas de vestir. El promedio de fabricación por estilos de producto se encuentra distribuido de la siguiente forma:

Cuadro 1. Porcentaje de fabricación

Estilos	% Demanda
Pant Hombre	25.8%
Pant Dama	35.0%
Pant Niño	6.4%
Pant Niña	6.0%
Ber Hombre	2.1%
Ber Dama	1.7%
Ber Niño	2.2%
Ber Niña	0.7%
Braga Dama	1.0%
Braga Niño	0.3%
Braga Niña	1.6%
Falda Dama	3.0%
Falda Niña	0.9%
Cam Hombre	7.6%
Cam Niño	1.3%
Blusa Dama	2.3%
Blusa Niña	2.2%
Total	100%

Fuente: Manufacturas Scarpatti Ltda.

2.5.2 Área geográfica de comercialización y cubrimiento. La marca “SOGA JEANS” se comercializa en Barranquilla, donde cuenta con once puntos de venta directos. De igual forma, comercializa sus productos en los principales mercados del departamento del Atlántico, a través de vendedores mayoristas que ofrecen los productos en los diferentes Almacenes. En el ámbito internacional cuenta con una Bodega de distribución en San José de Costa Rica.

2.5.3 Políticas de ventas y fijación de precios. Las políticas que rigen el sistema de ventas son descritas a continuación: de un 100% del total de las

ventas que se efectúan, el 60% de estas son de contado y el 40% son créditos concedidos a plazos de 60 y 90 días. Los créditos se realizan en el mayor de los casos a almacenes que sub-distribuyen los productos de la Empresa, y cuenta con afiliación a entidades por el sistema de cooperativa y de libranza.

La fijación de los precios se basa en una hoja de costo por producto, donde se detallan todos los costos de fabricación y dependiendo de diversas variables, le es asignado el precio de venta al producto.

La Empresa, para mantener la fidelidad de los clientes que compran en los almacenes, establece políticas, que consisten en descuentos hasta de un 20% en compras por unidad y un 25% en compras por cantidad; cuando las ventas son a crédito, el descuento varía según el plazo de pago establecido; este oscila entre un 20% hasta llegar a un 5%.

2.6 PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso de fabricación de los productos se puede describir de manera general en cuatro departamentos: Diseño, Corte, Ensamble y Terminado.

1. Diseño: Se definen los diseños de los productos a fabricar, incluyendo los insumos y accesorios que tendrá el producto final. Se realizan las órdenes de compra de los insumos y se programa la producción. También se contratan los servicios de mano de obra que tengan que realizar el lote de producción, como: lavandería, estampado, bordado, marcada, etc. El diseño de los productos es algo continuo; constantemente se están programando lotes de producción para mantener la planta de fabricación con trabajo.

2. Corte: Se realiza el proceso de Escalado, Trazo, Corte y Tiqueteado del lote de producción a fabricar. En esta sección el lote se corta en las diferentes piezas que lo conforman dependiendo del modelo y se procede a la planta de fabricación.

3. Ensamble: Las diferentes piezas que conforman el lote son ensambladas en las máquinas, dependiendo de la operación que le

corresponde. En promedio, un producto tiene entre 40 y 50 operaciones e intervienen 19 máquinas que realizan operaciones diferentes. De igual forma, en este proceso también se realizan operaciones manuales que involucran mano de obra y herramientas corrientes. Durante el proceso, el producto es sometido a controles de calidad que garantizan el producto final.

4. Terminado: Una vez el producto sale de ensamble entra en la fase final del proceso. Dependiendo del producto, se determina el proceso siguiente. Si requiere de otras operaciones como: lavandería o estampado, es despachado a las empresas contratadas para realizar este servicio y luego retorna a la planta para continuar con el proceso de terminado que incluye revisión y empaque. Luego los productos son transportados a la bodega central de la Empresa, donde son ubicados en los estantes y posteriormente despachados a los almacenes.

A continuación se relaciona el proceso productivo y los tiempos de producción en la sección de corte de un lote de producción tomado al azar.

Cuadro 2. Tiempos sección corte.

ACTIVIDADES	REFERENCIA 12 762					
	Tiempo Trazado (Minuto-Segundos)			Tiempo Corte (Minutos-Segundos)		
	Espiga 1	Espiga 2	Espiga 3	Espiga 1	Espiga 2	Espiga3
	Tallas 10-12	Tallas 14-16	Talla 8	Tallas 10-12	Tallas 14-16	Talla 8
INICIO (Hora)	7:15	9:35	12:02	14:30	16:20	7:20:00
Corte de borde				0:01:10	0:00:40	0:00:42
Bota derecha e izquierda trasera	0:11:00	0:12:00	0:08:16	0:07:28	0:08:36	0:08:14
Pulir tela				0:04:00	0:06:55	0:07:32
Bota derecha e izquierda delantera	0:08:00	0:19:15	0:13:00	0:07:15	0:10:24	0:12:15
Bolsillos	0:09:45	0:12:20	0:15:35	0:08:30	0:07:39	0:14:12
Bota derecha e izquierda trasera	0:11:26	0:12:24		0:10:25	0:08:42	0:11:26
Bota derecha e izquierda delantera	0:13:35	0:14:45		0:07:25	0:09:23	0:10:15
Pasadores	0:10:15	0:11:22	0:09:10	0:03:10	0:08:49	0:06:21
Pretina (talla menor)	0:12:25	0:15:35	0:14:22	0:09:32	0:06:40	0:08:17
Pretina	0:11:30	0:12:20		0:08:30	0:07:00	0:09:46
Aletilla	0:14:00	0:13:00	0:07:50	0:06:36	0:07:18	0:09:48
Aletillón (talla menor)	0:08:20	0:06:00	0:07:00	0:07:17	0:07:15	0:08:50
Aletillón	0:06:50	0:06:50		0:04:35	0:06:51	0:05:50
Cotilla (talla menor)	0:08:42	0:05:50	0:09:20	0:08:54	0:08:13	0:06:27
Cotilla	0:05:10	0:05:40		0:05:26	0:05:34	0:06:00
FIN (Hora)	9:25:58	12:02:21	13:26:33	16:10:13	18:09:59	9:25:55

Fuente: Elaboración propia

A continuación se relaciona el proceso productivo y los tiempos de producción en la sección de ensamble de un lote de producción tomado al azar:

Cuadro 3. Tiempo en la sección ensamble

REFERENCIA 12 762	
ACTIVIDADES (grupo de 30 partes todas las tallas)	Tiempo Ensamble (Minutos- Segundos)
INICIO (Hora)	7:05:00
Sobrehilar aletilla	0:14:23
Sobrehilar aletillón	0:15:25
Sobrehilar Frente	0:17:12
Pespunte frente	0:09:05
Pespunte boca bolsillo	0:07:30
Pespunte relojera	0:15:22
Pegar relojera	0:16:19
Pegar vista	0:09:32
Cuadre bolsillo	0:05:41
Montar zipper	0:07:00
Pase de aletilla	0:09:03
Pegue cotilla	0:11:13
Cierre Tiro	0:08:16
Pegue de ribete	0:12:35
Bordado bolsillo	0:10:46
Pegue de bolsillo	0:08:23
Cierre lateral	0:03:33
Pespunte Lateral	0:14:24
Cierre entre pierna	0:06:20
Hacer abertura bota	0:05:30
Hacer pasadores	0:07:07
Pegar pretina	0:15:37
Cuadre de pretina	0:12:25
Dobladillos	0:15:11
Atraque	0:23:18
LAVANDERÍA	
Hacer ojal	0:12:40
Limpieza	0:43:28
Revisión	0:42:00
Tiqueteo	0:15:10
Empaque	0:47:00
FIN (Hora)	13:42:23

Fuente: Elaboración propia

La referencia 12-762 es un pantalón capri en tela de Jean nirvana strech con un promedio por pantalón de 1.10 mt, de la talla 6 hasta la 20. El proceso

incluye bordado en los bolsillos traseros que es contratado; Marquilla en índigo en la parte de atrás, utiliza los siguientes insumos: hilo blanco marca Mayor calibre 50, hilaza dos cabos, zipper 10 cm. cobre 4.5, hilo azul turquí calibre 75, tela dacron blanco, botón 27 líneas hueco níquel- mate, remache hongo 70-20, instrucciones de lavado, indicador de talla, marquilla interna y el proceso de lavandería es 62 esponjado más desgaste.

Esta base de datos de tiempos, es generada para minimizar el proceso de planeación de la producción. De la misma forma, pueden ser utilizadas para el control del rendimiento y la productividad, como de la presentación predeterminada de nuevas referencias.

3. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO.

3.1 ASPECTOS GENERALES DEL ANALISIS

Para la elaboración del modelo se requiere de gran cantidad de información confidencial de la Empresa, que representa revelar toda su estructura organizacional; por lo cual se requiere de la modificación de algunas cifras; las que se presentan en miles de pesos.

La anterior información requerida será suministrada para la elaboración del modelo matemático teniendo en cuenta los requerimientos de cada una de las variables.

Para mayor confiabilidad de los resultados que se obtengan del modelo, se trabajará con un promedio de la información de los tres últimos años correspondientes a cada una de las variables y en los casos requeridos se proyectarán las cifras utilizando el Método de Pronóstico con Promedio Móvil.

3.2 FAMILIAS DE PRODUCTOS

La Empresa, anualmente fabrica aproximadamente 340 referencias comprendidas en los diferentes estilos. Hay que tener en cuenta, que los productos que se fabrican son prendas de vestir y que éstas dependen de la moda que se imponga, por lo tanto, hay que estar variando los diseños constantemente para seguir el ritmo de la moda y estar actualizados con la competencia.

Para el estudio se clasificaron los diferentes productos en líneas de familias que comprenden las 340 referencias. Ejemplo, la familia de producto de

Pantalón de hombre está compuesta por 68 referencias que en definitiva es un pantalón, pero que varía de referencia por tener un corte diferente o accesorio o un proceso de lavandería determinado. De igual forma se procedió con los demás estilos de productos.

La Empresa, se especializa en la fabricación de ropa en tela índigo (Jean). Los productos complementarios como blusas, suéter, ropa interior, entre otros se compran a diferentes proveedores que surten a la Empresa. Estos productos que la Empresa, no fabrica, no se tuvieron en cuenta para realizar el análisis. Se pretende enfocar el análisis en la fabricación de los productos que tengan mayor rotación en los almacenes.

A continuación se relacionan las 17 familias de productos que fueron seleccionadas para realizar el análisis.

Cuadro 4. Familias de productos

Estilos	
Pantalón de Hombre	ph
Pantalón de Dama	Pd
Pantalón de Niño	Po
Pantalón de Niña	Pa
Bermuda Hombre	Bh
Bermuda Dama	Bd
Bermuda Niño	Bo
Bermuda Niña	Ba
Braga Dama	Gd
Braga Niño	Go
Braga Niña	Ga
Falda Dama	Fd
Falda Niña	Fa
Camisa Hombre	Ch
Camisa Niño	Co
Blusa Dama	Sd
Blusa Niña	Sa

Fuente: Elaboración propia

3.3 COSTO DE PRODUCCIÓN

Todos los productos que se fabrican en la Empresa, gozan de una hoja de costo, en la cual se discriminan todos los costos en que se incurre en la elaboración de los productos. Para costear los productos la Empresa, discrimina los diferentes costos de la siguiente forma:

3.3.1 Material directo: Es toda la materia prima y servicios contratados con terceros como: lavanderías, estampados, bordados y decoración que requiera la prenda.

A continuación se discrimina este costo en sus diferentes partes de un pantalón dama clásico ref. 12683.

Cuadro 5. Costo material directo

Descripción	Jeans Dama
Referencia	12683
Cantidad	369
Tallas	6 a 16
Costo Material Directo	
Tela	7.900
Bolsillo	27
Forro Bolsillo	150
Hilos	400
Cremalleras	346
Botones	232
Etiquetas	70
Marq. Tejidas	56
Marq. Cuero	267
Tallas	6
Bolsas	60
Correa	420
Otros	65
Sub Total	9.999
Costos Serv. Contratados	
Lavandería	2.700
Bordados	-
Estampados	
Decoración	
Sub Total	2.700

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Costo mano de obra directa: Es el pago que se asigna en forma directa al producto, tal como el salario de los obreros que intervienen directamente en la elaboración de los productos, así como sus prestaciones sociales.

Para la asignación de este rubro la Empresa, trabaja bajo la modalidad de pago por producción o mano de obra destajo. Cuando se inicia el proceso de un lote de producción determinado, se desglosa el producto en todos los procesos que requiere para su elaboración, se toman los tiempos requeridos y a cada uno se le asigna un precio a pagar. Este sistema garantiza a la Empresa, que el costo asignado por mano de Obra Directa sea exacto y no se incurra en errores.

A continuación se discriminan las diferentes operaciones del artículo con referencia 12683, incluidos los tiempos de producción y los costos asignados por operación.

Cuadro 6. Costo mano de obra directa

Fecha de Elaboración	Mayo 13 -05	
Referencia Lote	12683	
Cantidad del Lote	369	
	Tiempos Estimados Horas	Costos por Operación Legal
Oper. de Corte		
Escalado		85
Tendido y Cortado		250
Sub. Total Corte		335
Oper. de Ensamble		
SB Frente	100	31
SB Embonar Aletillon	100	31
SB Aletilla	120	26
Montar Zipper	110	28
Montar Aletilla	110	28
Unión	50	62
Dobladillar Bolsillo Del	110	28
Pegar Marquilla		40
Planchar Bolsa Del	110	28
Pegar Bolsillo Del	26	119
Cotilla	100	31
Tiro Trasero	90	34
Dobladillar Bolsillo Trasero	110	28
Planchar Bolsa Tras	110	28
Pegar Bolsillo Tras	26	119
Cerrar Lado	60	51
Cerrar Entrepierna	80	39

Pespuntear Lado ZA	40	77
Pase Jota y Colita	30	103
Pasadores	100	31
Fijar Pasadores	60	51
Pegar Pretina	50	
Unir pretina	100	31
Cortar Punta	90	
Ensamble	90	34
Recoger Codo	90	34
Cuadre de Punta	40	
Atraque	40	
Dobladillo		
Patinador		40
RTU		40
Sub. Total Ensamble		1191
Oper. de Terminado		
Ojal		
Marquilla		
Botón y Remache		
Limpieza		83
Revisión y Empaque		
Sub. Total Terminado		83
Total Costo Unidad		1.609
Costo Mano de Obra Directa		
Mano de Obra		1.609

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Costo indirecto de fabricación: Hacen parte de este elemento los materiales indirectos, la mano de obra indirecta (los salarios de los empleados de oficina, supervisores, mecánico, mantenimiento, horas extras, tiempo ocioso), arrendamiento de locales, los repuestos de maquinaria, los impuestos, los servicios (agua, luz, teléfono, gas, Internet, etc.), la depreciación de maquinaria, seguros, gastos de fletes, prestaciones sociales, entre otras.

Para asignar este rubro, la Empresa, por datos históricos conoce el valor mensual de este rubro y lo divide entre el total de unidades fabricadas en el mes. Este valor es variable en el tiempo, dependiendo del total de costos indirectos incurridos en el mes y del total de unidades fabricadas del periodo.

A continuación se relaciona el valor de este elemento en el costo final del artículo con ref. 12683.

Cuadro 7. Costos indirectos de fabricación

Costos Indirecto de Fabricación	936
sub. Total	936

Fuente: Elaboración propia

3.3.4 Costo total. Finalmente se tienen los tres elementos que hacen parte del costo y se encuentra el costo final de fabricación del producto en mención.

A continuación se relaciona el costo total de fabricación del artículo con ref. 12683.

Cuadro 8. Costo total de fabricación

Costo Material Directo	
Sub. Total	12.699
Costo Mano de Obra Directa	
Sub. Total	1.609
Costos Ind. de Fabricación	
Sub. Total	936
Total Costo	15.244

Fuente: Elaboración propia

Como se anotó con anterioridad, la Empresa, trabaja bajo la modalidad de costos variables de producción, lo que ocasiona un costo diferente para cada uno de los artículos que fábrica la Empresa. Para realizar el análisis se toman los costos de todos los artículos fabricados por la Empresa, y se determina un costo promedio de fabricación para cada uno de la familia de productos en estudio.

A continuación se pueden observar los costos de producción históricos por familia que la Empresa fabrica.

Cuadro 9. Costo de fabricación

Estilos		Costos 03	Costos 04	Costos 05
Pant Hombre	ph	23.26	23.15	23.67
Pant Dama	pd	19.17	18.79	33.84
Pant Niño	po	17.36	17.44	16.80
Pant Niña	pa	16.23	16.38	18.32
Ber Hombre	bh	16.65	16.37	23.65
Ber Dama	bd	11.83	11.72	16.51
Ber Niño	bo	9.98	10.36	10.00
Ber Niña	ba	9.50	9.91	9.20
Braga Dama	gd	19.35	19.81	14.74
Braga Niño	go	19.29	19.37	19.43
Braga Niña	ga	17.53	17.65	19.69
Falda Dama	fd	15.02	15.04	16.75
Falda Niña	fa	12.78	13.28	11.06
Cam Hombre	ch	20.11	20.42	18.27
Cam Niño	co	13.14	13.71	12.32
Blusa Dama	sd	12.86	12.94	16.29
Blusa Niña	sa	10.14	10.21	10.78

Fuente: Elaboración propia

3.4 CANTIDAD DE INVENTARIO

Para determinar la cantidad de inventario, la Empresa, cuenta con software para administrar los inventarios que posee. Estos se encuentran registrados en el tiempo por años, por meses, por familias de productos (17 en total), por almacenes (11 en total) y las cantidades al cerrar cada periodo.

A continuación se puede observar el registro de los inventarios de los productos de la Empresa, a ser considerados en el análisis. Estos se encuentran discriminados por almacenes de los tres últimos años (2003, 2004, y 2005).

Cuadro 10. Inventario final año 2003. Hoja 1/6

Estilos	Alm. Fabrica		Alm. Soga #1		Alm. Soga #2		Alm. Soga #3		Alm. Soga #4		Alm. Soga #5	
	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	4,174	96,959	241	5,492	302	6,958	273	6,857	222	4,930	217	4,807
Pant Dama	9,254	139,547	540	13,980	629	16,448	795	20,148	542	14,194	368	9,634
Pant Niño	202	3,283	37	1,147	36	222	15	265	54	986	54	1,068
Pant Niña	1,199	18,748	149	2,804	172	3,142	173	3,216	245	4,701	190	930
Ber Hombre	112	1,849	6	102	17	281	6	96	17	279	11	183
Ber Dama	386	4,472	12	148	12	175	15	196	13	152	13	109
Ber Niño	534	5,252	22	277	38	369	9	113	12	141	33	400
Ber Niña	263	2,457	25	270	16	140	19	179	1	8	14	120
Braga Dama		-		-	10	174	3	41	2	46	18	315
Braga Niño		-		-	32	631	27	575	21	399	29	530
Braga Niña		-		-	-	-	6	81	1	13	2	35
Falda Dama	309	4,451	16	270	11	159	18	345	30	463	13	228
Falda Niña	5	24	4	47	34	700	1	11	3	34	18	57
Cam Hombre	464	9,145	74	1,470	86	1,722	171	3,789	107	2,105	85	1,721
Cam Niño	362	4,997	76	1,054	41	539	55	729	40	534	47	643
Blusa Dama	482	6,078	124	1,636	250	3,170	255	3,577	141	1,876	105	1,420
Blusa Niña	191	1,346	52	1,807	58	508	130	1,183	23	189	28	219
Total	17,937	298,607	1,378	30,504	1,744	35,340	1,971	41,401	1,474	31,049	1,245	22,420

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Inventario final año 2003. Hoja 2/6

Estilos	Alm. Soga #6		Alm. Soga #7		Alm. Soga #8		Alm. Soga #9		# Unid	Costo
	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo		
Pant Hombre	376	8,358	284	6,431	250	5,529	287	7,078	6,626	153,399
Pant Dama	948	19,615	431	14,471	506	12,713	339	8,952	14,352	269,701
Pant Niño	88	1,516	21	350	38	634	34	626	579	10,098
Pant Niña	257	4,795	139	2,555	174	3,158	98	1,744	2,796	45,794
Ber Hombre	22	347	8	134	11	174	5	75	215	3,519
Ber Dama	42	506	18	211	5	67	21	259	537	6,293
Ber Niño	36	394	21	285	38	460	16	170	759	7,861
Ber Niña	59	610	44	576	45	450	5	57	491	4,866
Braga Dama	15	334	4	100	5	114	3	65	60	1,189
Braga Niño	28	541	14	248	12	233	-	-	163	3,157
Braga Niña	0	-	0	-	1	19	21	399	31	547
Falda Dama	35	577	15	230	14	221	21	304	482	7,248
Falda Niña	1	12	1	11	-	-	4	46	71	943
Cam Hombre	143	2,862	106	2,132	110	2,366	94	2,097	1,440	29,408
Cam Niño	91	1,270	42	578	53	723	4	54	811	11,122
Blusa Dama	259	3,262	266	3,402	115	1,480	164	2,067	2,161	27,970
Blusa Niña	100	893	63	598	36	333	81	704	762	7,781
Total	2,500	45,892	1,477	32,313	1,413	28,673	1,197	24,697	32,336	590,896

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Inventario final año 2004. Hoja 3/6

Estilos	Alm. Fabrica		Alm. Soga #1		Alm. Soga #2		Alm. Soga #3		Alm. Soga #4		Alm. Soga #5	
	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	1,771	51,215	533	11,081	352	6,981	457	10,180	210	4,262	185	3,812
Pant Dama	798	77,539	744	16,922	480	10,691	535	11,785	273	5,942	340	7,550
Pant Niño	413	7,670	138	2,251	39	661	141	2,315	54	794	148	2,442
Pant Niña	395	7,000	60	1,071	66	1,198	190	3,481	90	1,804	76	1,328
Ber Hombre	230	5,676	21	530	9	203	15	240	10	206	20	449
Ber Dama	87	2,717	2	29	47	508	24	290	20	228	25	300
Ber Niño	111	1,094	-	-	24	195	24	277	17	165	17	168
Ber Niña	3	28	-	-	-	-	1	9	-	-	2	19
Braga Dama	116	1,736	0	-	30	379	15	206	11	159	20	282
Braga Niño	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	5	97
Braga Niña	50	1,018	11	229	19	395	22	415	9	182	-	-
Falda Dama	152	2,846	14	215	47	689	6	121	20	326	23	306
Falda Niña	1	10	-	-	-	-	1	11	1	11	-	-
Cam Hombre	345	15,223	41	802	91	2,011	78	1,803	55	1,095	62	1,241
Cam Niño	21	264	5	64	42	498	30	361	10	121	21	266
Blusa Dama	265	3,132	6	74	126	1,496	27	449	49	626	54	765
Blusa Niña	133	1,992	7	83	37	263	9	26	21	144	10	87
Total	4,891	179,159	1,582	33,351	1,409	26,169	1,575	31,970	850	16,064	1,008	19,112

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Inventario final año 2004. Hoja 4/6

Estilos	Alm. Soga #6		Alm. Soga #7		Alm. Soga #8		Alm. Soga #9		Total	
	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	290	5,990	551	11,288	425	8,506	226	5,060	5,000	118,374
Pant Dama	787	17,564	522	11,496	495	10,533	126	2,559	5,100	172,580
Pant Niño	203	3,126	45	764	226	3,656	43	686	1,450	24,367
Pant Niña	222	4,328	73	1,265	5	91	24	435	1,201	22,001
Ber Hombre	45	943	16	438	30	646	11	293	407	9,625
Ber Dama	72	855	32	390	28	311	13	152	350	5,780
Ber Niño	21	235	17	172	17	194	15	129	263	2,629
Ber Niña	-	-	1	9	1	9	-	-	8	74
Braga Dama	31	520	19	308	15	208	8	108	265	3,907
Braga Niño	0	-	0	-	-	-	-	-	5	97
Braga Niña	35	636	11	213	14	291	3	46	174	3,426
Falda Dama	47	697	50	853	29	420	15	277	403	6,750
Falda Niña	-	-	-	-	-	-	1	11	4	44
Cam Hombre	84	1,626	65	1,297	67	1,363	131	2,910	1,019	29,370
Cam Niño	45	589	39	480	28	337	15	174	256	3,155
Blusa Dama	54	2,216	33	406	3	28,195	60	751	677	38,109
Blusa Niña	56	448	14	118	6	57	15	102	308	3,320
Total	1,992	39,773	1,488	29,497	1,389	54,818	706	13,694	16,890	443,606

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Inventario final año 2005. Hoja 5/6

Consolidado	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
Estilos	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	5,048	123,069	4,517	109,834	6,343	160,870	6,712	173,736	6,882	178,078	6,744	174,812
Pant Dama	5,469	306,190	4,483	201,552	7,268	458,347	7,129	493,268	7,280	510,385	7,054	453,978
Pant Niño	1,764	32,020	864	15,637	1,156	20,964	1,590	28,825	1,773	32,271	2,055	37,349
Pant Niña	1,777	34,630	1,666	32,396	1,583	30,299	1,901	36,349	2,023	38,553	1,895	36,027
Ber Hombre	369	7,792	486	9,704	457	8,988	643	12,550	628	12,430	435	8,969
Ber Dama	343	6,768	426	8,598	475	9,282	469	8,566	508	9,798	444	8,827
Ber Niño	561	6,791	448	5,268	530	6,556	640	8,066	678	8,422	423	4,894
Ber Niña	363	4,373	363	4,377	422	5,151	540	6,697	824	10,357	480	5,886
Braga Dama	442	9,152	388	8,252	258	5,076	542	11,219	673	14,082	244	4,914
Braga Niño	408	8,568	248	5,208	360	7,560	275	5,775	265	5,565	261	5,481
Braga Niña	415	8,749	450	9,561	327	7,020	427	9,226	678	14,740	311	6,681
Falda Dama	390	7,058	358	6,270	445	7,915	549	9,692	710	12,555	496	8,871
Falda Niña	557	7,665	614	8,163	585	7,035	786	10,479	831	10,903	374	4,703
Cam Hombre	844	16,878	941	19,660	4,140	67,338	3,525	58,061	4,325	68,152	3,810	61,712
Cam Niño	499	8,084	939	13,402	1,120	15,477	1,452	22,027	1,582	23,236	1,261	17,479
Blusa Dama	370	6,117	1,290	20,440	1,331	18,613	1,395	19,794	1,127	16,050	1,078	16,239
Blusa Niña	248	3,246	756	9,751	677	9,205	938	11,885	484	5,858	448	5,228
TOTAL	19,867	597,151	19,237	488,074	27,477	845,695	29,513	926,215	31,271	971,435	27,813	862,048

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Inventario final año 2005. Hoja 6/6

Consolidado Estilos	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	6,286	158,127	7,892	201,302	9,051	231,005	9,941	256,363	9,359	237,661	4,941	123,536
Pant Dama	7,465	477,530	9,890	680,991	10,898	824,284	12,480	907,262	11,181	784,874	6,362	423,995
Pant Niño	1,309	23,791	2,314	41,646	3,108	56,038	3,464	62,549	2,972	53,583	1,292	23,393
Pant Niña	1,909	35,835	3,150	59,901	4,399	85,396	4,271	81,079	9,058	166,774	1,477	29,548
Ber Hombre	578	11,479	779	14,935	1,098	21,220	1,368	26,969	1,565	29,987	786	15,112
Ber Dama	382	8,250	675	12,991	920	16,797	663	12,202	1,119	22,200	514	10,864
Ber Niño	455	5,733	634	8,009	696	8,810	719	9,107	740	9,263	588	7,528
Ber Niña	365	4,408	466	5,690	683	8,256	750	9,052	753	9,829	308	4,034
Braga Dama	266	5,696	961	17,001	1,087	18,966	1,219	21,022	1,082	20,052	508	10,143
Braga Niño	305	6,405	512	10,626	457	9,597	539	11,319	513	10,773	436	9,156
Braga Niña	389	8,388	505	10,952	533	11,481	723	15,580	680	14,829	421	9,134
Falda Dama	714	12,755	1,001	18,226	860	15,628	1,442	25,887	1,699	30,616	673	11,959
Falda Niña	564	8,403	1,047	12,939	974	11,403	1,256	15,893	1,284	17,417	394	6,127
Cam Hombre	3,432	56,191	5,162	86,046	5,861	97,186	5,110	84,636	3,712	65,039	1,660	35,222
Cam Niño	1,338	18,921	2,104	29,861	2,678	37,241	3,421	48,205	1,904	27,735	543	10,163
Blusa Dama	928	14,591	1,586	21,970	1,964	28,120	3,025	40,278	4,211	56,176	1,091	17,150
Blusa Niña	288	3,335	1,050	14,371	1,035	14,046	1,248	16,288	1,124	14,062	797	10,182
TOTAL	26,973	859,838	39,728	1,247,457	46,302	1,495,475	51,639	1,643,689	52,956	1,570,869	22,791	757,246

Fuente: Elaboración propia

3.5 COSTO DE INVENTARIO

La Empresa, dentro de su objetivo comercial tiene tres funciones que son: Fabricación, Distribución y Comercialización de prendas de vestir. El sistema en estudio, corresponde a la fabricación de prendas de vestir; apartando los demás sistemas del negocio para mayor precisión en los datos.

Para analizar los costos de mantenimiento de inventario por concepto de costos financieros, bodega, servicios, trabajadores, mantenimiento, entre otros, en este sistema de negocio de fabricación, el departamento administrativo los considera con un valor de 0,02 por unidad/mes. La Empresa, para financiar sus operaciones en los diferentes periodos del año, recurre a créditos bancarios y éstos a su vez cobran una intermediación en el tiempo. El cobro del interés mensual sumado a otras variables como: Tiempo promedio de venta de la totalidad del lote de producción, Porcentaje de venta por mes, Número de unidades no vendidas, y Monto de financiación de los proveedores (Créditos). Son las variables que determinan el costo de mantener el inventario en un tiempo determinado.

A continuación se presentan las variables consideradas por la Empresa, para determinar el costo de mantener inventarios.

Cuadro 11. Costo de inventario.

Int. Mes	1.70%				Costo Prod		
	Periodo						
Periodos Año	Venta	Porcentaje de Venta* Mes			60% Cred	40% Cont	Costo Inv.Mes
Ene- Feb- Mar	3 Mes	18% Mes1	55% Mes2	20% Mes3			1.15%
Abr- May- Jun	2 Mes	23% Mes1	58% Mes2	13% Mes3			0.87%
Jul- Ago- Sep	1,5 Mes	68% Mes1	25% Mes2				0.70%
Oct- Nov- Dic	0 Mes	87% Mes1	7% Mes2				0.55%

Fuente: La Empresa

Existen otros costos de inventario que no se tienen en cuenta en el desarrollo de este modelo por no considerarlo necesario. Estos corresponden a la distribución y comercialización de productos que se cargan a los costos fijos de operación de cada sistema de negocio para cumplir su función de estar abiertos al público y como tal, dentro del plan de negocio todos los gastos que se ocasionen por concepto de mantenimiento de inventario se registran dentro de esta línea de negocio.

3.6 PRONÓSTICO DE DEMANDA

Los pronósticos de demanda de los productos están discriminados en cantidades por familias de productos en cada uno de los meses del año y en cada uno de los almacenes para al final determinar un consolidado de la demanda. Para determinar los datos de pronósticos de demanda la Empresa, utiliza el método con promedio móvil.

Cuadro12. Pronóstico demanda. Hoja 1/2

	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
Estilos	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	832	17,503	633	13,329	1,091	22,961	772	16,252	1,187	24,991	1,069	22,498
Pant Dama	1,121	23,644	851	17,949	1,396	29,430	1,038	21,886	1,562	32,938	1,416	29,862
Pant Niño	209	3,780	160	2,891	294	5,308	195	3,524	309	5,577	275	4,975
Pant Niña	198	4,155	152	3,189	294	6,159	185	3,888	300	6,299	266	5,577
Ber Hombre	69	1,181	53	901	92	1,575	64	1,098	100	1,700	90	1,527
Ber Dama	54	797	41	604	65	949	50	736	74	1,088	68	993
Ber Niño	72	988	55	759	106	1,457	67	925	108	1,494	96	1,324
Ber Niña	23	295	18	228	37	486	21	278	36	472	32	412
Braga Dama	31	660	23	499	35	758	28	608	41	887	38	812
Braga Niño	9	189	7	146	8	167	8	175	11	227	10	220
Braga Niña	53	1,167	41	901	85	1,880	50	1,098	84	1,846	73	1,616
Falda Dama	95	1,622	72	1,232	125	2,131	88	1,504	136	2,318	122	2,083
Falda Niña	29	477	22	366	43	705	27	447	44	722	39	640
Cam Hombre	240	5,736	181	4,326	265	6,336	220	5,275	316	7,575	291	6,976
Cam Niño	45	874	35	676	74	1,440	42	824	72	1,399	63	1,221
Blusa Dama	71	1,245	53	933	68	1,205	65	1,138	88	1,556	83	1,457
Blusa Niña	69	800	52	604	78	901	64	736	92	1,065	85	979
Total	3,219	65,113	2,449	49,532	4,155	83,847	2,986	60,392	4,561	92,156	4,115	83,171

Fuente: La Empresa

Cuadro 12. Pronóstico demanda. Hoja 2/2

	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
Estilos	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	1,260	26,524	1,117	23,519	1,069	22,506	1,129	23,753	1,746	36,742	6,720	141,432
Pant Dama	1,662	35,057	1,451	30,591	1,414	29,814	1,481	31,235	2,321	48,947	9,137	192,688
Pant Niño	326	5,898	296	5,339	276	4,990	294	5,317	448	8,085	1,671	30,182
Pant Niña	316	6,641	291	6,110	267	5,605	287	6,019	430	9,028	1,565	32,846
Ber Hombre	106	1,802	94	1,606	90	1,528	95	1,617	146	2,491	558	9,521
Ber Dama	79	1,161	68	999	68	989	70	1,030	111	1,632	447	6,544
Ber Niño	114	1,576	105	1,447	96	1,330	103	1,427	155	2,144	567	7,823
Ber Niña	38	495	36	470	32	416	35	453	51	662	175	2,279
Braga Dama	44	948	37	807	37	809	39	838	62	1,339	252	5,444
Braga Niño	12	260	9	192	10	215	10	212	15	324	71	1,498
Braga Niña	88	1,938	83	1,827	74	1,629	80	1,771	118	2,600	412	9,068
Falda Dama	144	2,449	128	2,183	122	2,085	129	2,204	201	3,437	774	13,199
Falda Niña	46	761	42	700	39	643	42	690	63	1,036	228	3,776
Cam Hombre	339	8,114	285	6,824	290	6,935	299	7,146	482	11,527	1,987	47,569
Cam Niño	76	1,467	72	1,392	63	1,232	69	1,343	101	1,961	348	6,757
Blusa Dama	95	1,678	77	1,354	82	1,442	83	1,460	138	2,428	597	10,502
Blusa Niña	98	1,140	83	964	84	973	87	1,006	139	1,615	571	6,616
Total	4,845	97,909	4,275	86,325	4,114	83,144	4,332	87,519	6,728	135,999	26,081	527,744

Fuente: La Empresa

3.7 INVENTARIO AUTORIZADO

Para determinar la cantidad de inventario autorizado se tienen en cuenta los datos de demanda del producto por meses, más los datos de inventario final de los productos y el resultado de esta operación se asume como inventario autorizado.

Hay empresas que trabajan los inventarios autorizados con una tasa predeterminada dependiendo de la época o la demanda, pues los costos de producción varían dependiendo del tiempo de fabricación o de los insumos que se utilizan para la elaboración de los productos que se consiguen en determinado tiempo.

En la fabricación de prendas de vestir; los inventarios se requieren en gran medida en el segundo semestre del año, por ser un producto de consumo estacionario en la época de fin de año. Los costos de producción no dependen de la época del año en que se realicen y los insumos siempre hay existencias en el mercado.

Cuadro 13. Inventario autorizado. Hoja 1/2

Consolidado
Vtas+Inv. Año
2005

	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
Estilos	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	5,880	140,572	5,150	123,163	7,434	183,831	7,484	189,988	8,069	203,069	7,813	197,310
Pant Dama	6,590	329,834	5,334	219,501	8,664	487,777	8,167	515,154	8,842	543,323	8,470	483,840
Pant Niño	1,973	35,800	1,764	18,528	1,450	26,272	1,785	32,349	2,082	37,848	2,330	42,324
Pant Niña	1,975	38,785	1,818	35,586	1,877	36,458	2,086	40,237	2,323	44,852	2,161	41,604
Ber Hombre	438	8,974	539	10,604	549	10,562	707	13,648	728	14,129	525	10,496
Ber Dama	397	7,566	467	9,202	540	10,231	519	9,302	582	10,887	512	9,820
Ber Niño	633	7,779	503	6,026	636	8,013	707	8,991	786	9,916	519	6,218
Ber Niña	386	4,668	381	4,605	459	5,637	561	6,975	860	10,829	512	6,298
Braga Dama	473	9,812	411	8,751	293	5,834	570	11,827	714	14,969	282	5,726
Braga Niño	417	8,757	255	5,354	368	7,727	283	5,950	276	5,792	271	5,701
Braga Niña	468	9,916	491	10,462	412	8,900	477	10,325	762	16,586	384	8,297
Falda Dama	485	8,680	430	7,502	570	10,045	637	11,196	846	14,874	618	10,954
Falda Niña	586	8,143	636	8,530	628	7,740	813	10,926	875	11,625	413	5,342
Cam Hombre	1,084	22,614	1,122	23,986	4,405	73,675	3,745	63,336	4,641	75,727	4,101	68,688
Cam Niño	544	8,958	974	14,078	1,194	16,917	1,494	22,851	1,654	24,635	1,324	18,700
Blusa Dama	677	7,362	1,343	21,373	1,399	19,818	1,460	20,931	1,215	17,606	1,161	17,696
Blusa Niña	317	4,046	808	10,355	755	10,106	1,002	12,621	576	6,923	533	6,206
Total	23,322	662,265	22,426	537,606	31,632	929,542	32,499	986,607	35,832	1,063,591	31,928	945,220

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13. Inventario autorizado. Hoja 2/2

Consolidado
Vtas+Inv. Año
2005

	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
Estilos	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo	# Unid	Costo
Pant Hombre	7,546	184,650	9,009	224,821	10,120	253,511	11,070	280,116	11,105	274,403	11,661	264,968
Pant Dama	9,127	512,587	11,341	711,582	12,312	854,098	13,961	938,496	13,502	833,821	15,499	616,683
Pant Niño	1,635	29,688	2,610	46,985	3,384	61,028	3,758	67,866	3,420	61,668	2,963	53,575
Pant Niña	2,225	42,476	3,441	66,011	4,666	91,001	4,558	87,098	9,488	175,803	3,042	62,394
Ber Hombre	684	13,281	873	16,541	1,188	22,749	1,463	28,586	1,711	32,477	1,344	24,633
Ber Dama	461	9,412	743	13,991	988	17,786	733	13,232	1,230	23,832	961	17,408
Ber Niño	569	7,309	739	9,456	792	10,140	822	10,535	895	11,408	1,155	15,351
Ber Niña	403	4,903	502	6,160	715	8,672	785	9,506	804	10,490	483	6,313
Braga Dama	310	6,644	998	17,807	1,124	19,775	1,258	21,859	1,144	21,391	760	15,587
Braga Niño	317	6,665	521	10,818	467	9,812	549	11,531	528	11,097	507	10,654
Braga Niña	477	10,325	588	12,779	607	13,111	803	17,350	798	17,429	833	18,202
Falda Dama	858	15,204	1,129	20,409	982	17,713	1,571	28,090	1,900	34,053	1,447	25,158
Falda Niña	610	9,165	1,089	13,638	1,013	12,046	1,298	16,583	1,347	18,453	622	9,903
Cam Hombre	3,771	64,305	5,447	92,871	6,151	104,121	5,409	91,782	4,194	76,566	3,647	82,791
Cam Niño	1,414	20,388	2,176	31,253	2,741	38,473	3,490	49,548	2,005	29,696	891	16,920
Blusa Dama	1,023	16,270	1,663	23,324	2,046	29,563	3,108	41,737	4,349	58,605	1,688	27,652
Blusa Niña	386	4,475	1,133	15,335	1,119	15,020	1,335	17,294	1,263	15,677	1,368	16,798
Total	31,818	957,747	44,003	1,333,782	50,416	1,578,619	55,971	1,731,209	59,684	1,706,868	48,872	1,284,990

Fuente: Elaboración propia

3.8 TIEMPO DE PRODUCCIÓN

Para determinar los tiempos de producción la Empresa, cuenta con datos históricos de cada uno de los productos que fabrica; de igual forma al momento de iniciar la fabricación de un lote de producción, los tiempos históricos se comparan con la toma de tiempos reales y se verifican.

Como se explica anteriormente, la Empresa, trabaja bajo la modalidad de pago de mano de obra destajo y para liquidar se requiere determinar con exactitud los tiempos de cada una de las operaciones que componen el producto para la asignación de los precios a pagar.

La planta de fabricación trabaja bajo la modalidad de cadena, lo que ocasiona que los tiempos de salida de los productos varíen dependiendo de la complejidad de cada uno y de las operaciones que se requieran. En la modalidad de producción por cadena hay varios operarios realizando la misma operación y de igual forma se tiene la variante que se trabaja paralelamente en lotes diferentes. Lo que representa que al final del día se producen cantidades diferentes de lotes diferentes. Dado lo anterior, y considerando que el proceso es complejo de asimilar, se considera que para asignar los tiempos de producción de los productos al modelo, se utilizan datos históricos que maneja la Empresa, para programar su producción mensual y se estaría trabajando con un nivel de confiabilidad alto en los datos.

Para el análisis del modelo se trabaja con los datos de salida que son los que reflejan la capacidad de producción de la planta.

A continuación se muestran los tiempos de producción y de salida de los productos que la Empresa, fabrica.

Cuadro 14. Tiempo de producción

Estilos		t Prod	t Salida
Pant Hombre	ph	22	0.55
Pant Dama	pd	18	0.45
Pant Niño	po	15	0.38
Pant Niña	pa	14	0.35
Ber Hombre	bh	12	0.30
Ber Dama	bd	11	0.28
Ber Niño	bo	12	0.30
Ber Niña	ba	12	0.30
Braga Dama	gd	30	0.75
Braga Niño	go	28	0.70
Braga Niña	ga	27	0.68
Falda Dama	fd	12	0.30
Falda Niña	fa	10	0.25
Cam Hombre	ch	20	0.50
Cam Niño	co	20	0.50
Blusa Dama	sd	15	0.38
Blusa Niña	sa	14	0.35

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los tiempos de salida de los productos varían dependiendo de la complejidad en el proceso del producto. El producto que más tiempo requiere es la braga dama que demora 30 minutos en promedio en su fabricación.

3.9 CAPACIDAD DE LA PLANTA

La planta de fabricación labora de lunes a viernes en turnos de nueve horas y treinta minutos diarios.

La capacidad de la planta por mes, depende del total de minutos laborados en cada mes. Para determinarlos, la Empresa, cuenta con un registro del número de minutos por mes que se labora y basada en esto realiza su programación mensual.

La planta cuenta con la disponibilidad de extender sus tiempos de producción cuando lo requiere; tiene la ventaja de estar ubicada en el centro de la ciudad, lo que genera facilidad de transporte para los operarios.

De igual forma, la Empresa, no incurre en sobre-costos al extender su horario laboral, ya que al trabajar por mano de obra destajo no se le incrementa el costo unitario por artículo. Como la Empresa, liquida la nómina por costeo variable; un incremento significativo en la producción beneficia la nómina de los operarios.

A continuación se relaciona la capacidad de producción de la planta para cada uno de los periodos en estudio.

Cuadro 15. Capacidad de la planta

	min.
1 Día	570
1 Semana	2.850
1 Mes	11.400

Mes	Días	min./mes
Ene	21	11,970
Feb	20	11,400
Mar	22	12,540
Abr	18	10,260
May	21	11,970
Jun	20	11,400
Jul	19	10,830
Ago	21	11,970
Sep	21	11,970
Oct	21	11,970
Nov	20	11,400
Dic	19	10,830

Fuente: Elaboración propia

3.10 INVENTARIO FINAL

La ecuación de Inventario Final resulta de la operación aritmética de las variables de: Inventario Inicial + Unidades Producidas - Datos de Demanda. Estas variables ya fueron definidas y calculadas anteriormente.

4. DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

Para obtener la minimización de los costos de producción se determina que las variables a considerar son: Costo de producción y Costo de inventario. Con las restricciones de: Unidades de demanda, Tiempo de producción, Inventario Final que involucra: Inventario Inicial + Producción – Demanda.

Una vez definida y determinados los valores de las variables y las restricciones antes mencionadas, se procede a la elaboración del modelo.

4.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES

P	:	Producción
CP	:	Costo de Producción
I	:	Inventario
CI	:	Costo de Inventario
t	:	Tiempo de Producción
D	:	Demanda
i	:	Estilo
n	:	17
Ph	:	Pantalón de Hombre
pd	:	Pantalón de Dama
po	:	Pantalón de Niño
pa	:	Pantalón de Niña
bh	:	Bermuda Hombre
bd	:	Bermuda Dama
bo	:	Bermuda Niño
ba	:	Bermuda Niña
gd	:	Braga Dama

go	:	Braga Niño
ga	:	Braga Niña
fd	:	Falda Dama
fa	:	Falda Niña
ch	:	Camisa Hombre
co	:	Camisa Niño
sd	:	Blusa Dama
sa	:	Blusa Niña
j	:	Meses
m	:	12
1		Enero
2	:	Febrero
3	:	Marzo
4	:	Abril
4	:	Mayo
6	:	Junio
7	:	Julio
8	:	Agosto
9	:	Septiembre
10	:	Octubre
11	:	Noviembre
12	:	Diciembre

4.2 FUNCIÓN DE MINIMIZACIÓN

La función de minimización queda definida por la suma de costo de producción + costo de inventario.

$$Z(\min) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (CP_{ij} * P_{ij}) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (CI_{i,j} * I_{ij})$$

$$Z(\min) = 21,05*(Pph1 + Pph2 + Pph3 + Pph4 + Pph5 + Pph6 + Pph7 + Pph8 + Pph9 + Pph10 + Pph11 + Pph12) + 21,09*(Ppd1 + Ppd2 + Ppd3 + Ppd4 + Ppd5 + Ppd6 + Ppd7 + Ppd8 + Ppd9 + Ppd10 + Ppd11 + Ppd12)]$$

+ 18,06 *(Ppo1 + Ppo2 + Ppo3 + Ppo4 + Ppo5 + Ppo6 + Ppo7 + Ppo8 +
 Ppo9 + Ppo10 + Ppo11 + Ppo12) + 20,99*(Ppa1 + Ppa2 + Ppa3 + Ppa4 +
 Ppa5 + Ppa6 + Ppa7 + Ppa8 + Ppa9 + Ppa10 + Ppa11 + Ppa12) + 17,06*(
 Pbh1 + Pbh2 + Pbh3 + Pbh4 + Pbh5 + Pbh6 + Pbh7 + Pbh8 + Pbh9 +
 Pbh10 + Pbh11 + Pbh12) + 14,65*(Pbd1 + Pbd2 + Pbd3 + Pbd4 + Pbd5 +
 Pbd6 + Pbd7 + Pbd8 + Pbd9 + Pbd10 + Pbd11 + Pbd12) + 13,80*(Pbo1 +
 Pbo2 + Pbo3 + Pbo4 + Pbo5 + Pbo6 + Pbo7 + Pbo8 + Pbo9 + Pbo10 +
 Pbo11 + Pbo12) + 13,00*(Pba1 + Pba2 + Pba3 + Pba4 + Pba5 + Pba6 +
 Pba7 + Pba8 + Pba9 + Pba10 + Pba11 + Pba12) + 21,60*(Pgd1 + Pgd2 +
 Pgd3 + Pgd4 + Pgd5 + Pgd6 + Pgd7 + Pgd8 + Pgd9 + Pgd10 + Pgd11 +
 Pgd12) + 21,00*(Pgo1 + Pgo2 + Pgo3 + Pgo4 + Pgo5 + Pgo6 + Pgo7 +
 Pgo8 + Pgo9 + Pgo10 + Pgo11 + Pgo12) + 22,00 *(Pga1 + Pga2 + Pga3 +
 Pga4 + Pga5 + Pga6 + Pga7 + Pga8 + Pga9 + Pga10 + Pga11 + Pga12)
 + 17,06 *(Pfd1 + Pfd2 + Pfd3 + Pfd4 + Pfd5 + Pfd6 + Pfd7 + Pfd8 + Pfd9 +
 Pfd10 + Pfd11 + Pfd12) + 16,55 *(Pfa1 + Pfa2 + Pfa3 + Pfa4 + Pfa5 +
 Pfa6 + Pfa7 + Pfa8 + Pfa9 + Pfa10 + Pfa11 + Pfa12) + 23,94 *(Pch1 +
 Pch2 + Pch3 + Pch4 + Pch5 + Pch6 + Pch7 + Pch8 + Pch9 + Pch10 +
 Pch11 + Pch12) + 19,42 *(Pco1 + Pco2 + Pco3 + Pco4 + Pco5 + Pco6 +
 Pco7 + Pco8 + Pco9 + Pco10 + Pco11 + Pco12) + 17,60 *(Psd1 + Psd2 +
 Psd3 + Psd4 + Psd5 + Psd6 + Psd7 + Psd8 + Psd9 + Psd10 + Psd11 +
 Psd12) + 11,58 *(Psa1 + Psa2 + Psa3 + Psa4 + Psa5 + Psa6 + Psa7 +
 Psa8 + Psa9 + Psa10 + Psa11 + Psa12) + 0,02 *(lph1 + lph2 + lph3 +
 lph4 + lph5 + lph6 + lph7 + lph8 + lph9 + lph10 + lph11 + lph12) + 0,02 *(
 lpd1 + lpd2 + lpd3 + lpd4 + lpd5 + lpd6 + lpd7 + lpd8 + lpd9 + lpd10 +
 lpd11 + lpd12)] + 0,02 *(lpo1 + lpo2 + lpo3 + lpo4 + lpo5 + lpo6 + lpo7 +
 lpo8 + lpo9 + lpo10 + lpo11 + lpo12) + 0,02 *(lpa1 + lpa2 + lpa3 + lpa4 +
 lpa5 + lpa6 + lpa7 + lpa8 + lpa9 + lpa10 + lpa11 + lpa12) + 0,02 *(lbh1 +
 lbh2 + lbh3 + lbh4 + lbh5 + lbh6 + lbh7 + lbh8 + lbh9 + lbh10 + lbh11 +
 lbh12) + 0,02 *(lbd1 + lbd2 + lbd3 + lbd4 + lbd5 + lbd6 + lbd7 + lbd8 +
 lbd9 + lbd10 + lbd11 + lbd12) + 0,02 *(lbo1 + lbo2 + lbo3 + lbo4 + lbo5 +
 lbo6 + lbo7 + lbo8 + lbo9 + lbo10 + lbo11 + lbo12) + 0,02 *(lba1 + lba2 +
 lba3 + lba4 + lba5 + lba6 + lba7 + lba8 + lba9 + lba10 + lba11 + lba12) +
 0,02 *(lgd1 + lgd2 + lgd3 + lgd4 + lgd5 + lgd6 + lgd7 + lgd8 + lgd9 +
 lgd10 + lgd11 + lgd12) + 0,02 *(lgo1 + lgo2 + lgo3 + lgo4 + lgo5 + lgo6 +

lgo7 + lgo8 + lgo9 + lgo10 + lgo11 + lgo12) + 0,02 *(lga1 + lga2 + lga3 + lga4 + lga5 + lga6 + lga7 + lga8 + lga9 + lga10 + lga11 + lga12) + 0,02 *(lfd1 + lfd2 + lfd3 + lfd4 + lfd5 + lfd6 + lfd7 + lfd8 + lfd9 + lfd10 + lfd11 + lfd12) + 0,02 *(lfa1 + lfa2 + lfa3 + lfa4 + lfa5 + lfa6 + lfa7 + lfa8 + lfa9 + lfa10 + lfa11 + lfa12) + 0,02 *(lch1 + lch2 + lch3 + lch4 + lch5 + lch6 + lch7 + lch8 + lch9 + lch10 + lch11 + lch12) + 0,02 *(lco1 + lco2 + lco3 + lco4 + lco5 + lco6 + lco7 + lco8 + lco9 + lco10 + lco11 + lco12) + 0,02 *(lsd1 + lsd2 + lsd3 + lsd4 + lsd5 + lsd6 + lsd7 + lsd8 + lsd9 + lsd10 + lsd11 + lsd12) + 0,02 *(lsa1 + lsa2 + lsa3 + lsa4 + lsa5 + lsa6 + lsa7 + lsa8 + lsa9 + lsa10 + lsa11 + lsa12).

A continuación se hace una breve presentación de los datos de la función de minimización del modelo en Gams.

```
OBJ.. Zoptimo =e= 21.05*( Pph1 + Pph2 + Pph3 + Pph4 + Pph5 + Pph6 + Pph7 +
Pph8 + Pph9 + Pph10 + Pph11 + Pph12 ) + 21.09*( Ppd1 + Ppd2 +
Ppd3 + Ppd4 + Ppd5 + Ppd6 + Ppd7 + Ppd8 + Ppd9 + Ppd10 + Ppd11 +
Ppd12 ) + 18.06 *( Ppo1 + Ppo2 + Ppo3 + Ppo4 + Ppo5 + Ppo6 +
Ppo7 + Ppo8 + Ppo9 + Ppo10 + Ppo11 + Ppo12 ) + 20.99*( Ppa1 +
Ppa2 + Ppa3 + Ppa4 + Ppa5 + Ppa6 + Ppa7 + Ppa8 + Ppa9 + Ppa10 +
Ppa11 + Ppa12 ) + 17.06*( Pbh1 + Pbh2 + Pbh3 + Pbh4 + Pbh5 + Pbh6 +
```

4.3 RESTRICCIÓN DE DEMANDA

La restricción de la demanda queda definida por la siguiente ecuación:

$$P_{i,j} \geq D_{i,j}$$

4.3.1 Restricción de demanda pantalón de hombre (ph)

1. Pph 1 \geq 832
2. Pph 2 \geq 633
3. Pph 3 \geq 1091
4. Pph 4 \geq 772
5. Pph 5 \geq 1187
6. Pph 6 \geq 1069
7. Pph 7 \geq 1260

8. Pph 8 ≥ 1117
9. Pph 9 ≥ 1069
10. Pph 10 ≥ 1129
11. Pph 11 ≥ 1746
12. Pph 12 ≥ 6720

4.3.2 Restricción de demanda pantalón de dama (pd)

1. Ppd 1 ≥ 1121
2. Ppd 2 ≥ 851
3. Ppd 3 ≥ 1396
4. Ppd 4 ≥ 1038
5. Ppd 5 ≥ 1562
6. Ppd 6 ≥ 1416
7. Ppd 7 ≥ 1662
8. Ppd 8 ≥ 1451
9. Ppd 9 ≥ 1414
10. Ppd 10 ≥ 1481
11. Ppd 11 ≥ 2321
12. Ppd 12 ≥ 9137

4.3.3 Restricción de demanda pantalón de niño (po)

1. Ppo 1 ≥ 209
2. Ppo 2 ≥ 160
3. Ppo 3 ≥ 294
4. Ppo 4 ≥ 195
5. Ppo 5 ≥ 309
6. Ppo 6 ≥ 275
7. Ppo 7 ≥ 326
8. Ppo 8 ≥ 296
9. Ppo 9 ≥ 276
10. Ppo 10 ≥ 294
11. Ppo 11 ≥ 448

12. Ppo 12 ≥ 1671

4.3.4 Restricción de demanda pantalón de niña (pa)

1. Ppa 1 ≥ 198
2. Ppa 2 ≥ 152
3. Ppa 3 ≥ 294
4. Ppa 4 ≥ 185
5. Ppa 5 ≥ 300
6. Ppa 6 ≥ 266
7. Ppa 7 ≥ 316
8. Ppa 8 ≥ 291
9. Ppa9 ≥ 267
10. Ppa10 ≥ 287
11. Ppa 11 ≥ 430
12. Ppa 12 ≥ 1565

4.3.5 Restricción de demanda bermuda hombre (bh)

1. Pbh 1 ≥ 69
2. Pbh 2 ≥ 53
3. Pbh 3 ≥ 92
4. Pbh 4 ≥ 64
5. Pbh 5 ≥ 100
6. Pbh 6 ≥ 90
7. Pbh 7 ≥ 106
8. Pbh 8 ≥ 94
9. Pbh 9 ≥ 90
10. Pbh 10 ≥ 95
11. Pbh 11 ≥ 146
12. Pbh 12 ≥ 558

4.3.6 Restricción de demanda bermuda dama (bd)

1. $P_{bd\ 1} \geq 54$
2. $P_{bd\ 2} \geq 41$
3. $P_{bd\ 3} \geq 65$
4. $P_{bd\ 4} \geq 50$
5. $P_{bd\ 5} \geq 74$
6. $P_{bd\ 6} \geq 68$
7. $P_{bd\ 7} \geq 79$
8. $P_{bd\ 8} \geq 68$
9. $P_{bd\ 9} \geq 68$
10. $P_{bd\ 10} \geq 70$
11. $P_{bd\ 11} \geq 111$
12. $P_{bd\ 12} \geq 447$

4.3.7 Restricción de demanda bermuda niño (bo)

1. $P_{bo\ 1} \geq 72$
2. $P_{bo\ 2} \geq 55$
3. $P_{bo\ 3} \geq 106$
4. $P_{bo\ 4} \geq 67$
5. $P_{bo\ 5} \geq 108$
6. $P_{bo\ 6} \geq 96$
7. $P_{bo\ 7} \geq 114$
8. $P_{bo\ 8} \geq 105$
9. $P_{bo\ 9} \geq 96$
10. $P_{bo\ 10} \geq 103$
11. $P_{bo\ 11} \geq 155$
12. $P_{bo\ 12} \geq 567$

4.3.8 Restricción de demanda bermuda niña (ba)

1. $P_{ba\ 1} \geq 23$
2. $P_{ba\ 2} \geq 18$

3. $P_{ba\ 3} \geq 37$
4. $P_{ba\ 4} \geq 21$
5. $P_{ba\ 5} \geq 36$
6. $P_{ba\ 6} \geq 32$
7. $P_{ba\ 7} \geq 38$
8. $P_{ba\ 8} \geq 36$
9. $P_{ba\ 9} \geq 32$
10. $P_{ba\ 10} \geq 35$
11. $P_{ba\ 11} \geq 51$
12. $P_{ba\ 12} \geq 175$

4.3.9 Restricción de demanda braga dama (gd)

1. $P_{gd\ 1} \geq 31$
2. $P_{gd\ 2} \geq 23$
3. $P_{gd\ 3} \geq 35$
4. $P_{gd\ 4} \geq 28$
5. $P_{gd\ 5} \geq 41$
6. $P_{gd\ 6} \geq 38$
7. $P_{gd\ 7} \geq 44$
8. $P_{gd\ 8} \geq 37$
9. $P_{gd\ 9} \geq 37$
10. $P_{gd\ 10} \geq 39$
11. $P_{gd\ 11} \geq 62$
12. $P_{gd\ 12} \geq 252$

4.3.10 Restricción de demanda braga niño (go)

1. $P_{go\ 1} \geq 9$
2. $P_{go\ 2} \geq 7$
3. $P_{go\ 3} \geq 8$
4. $P_{go\ 4} \geq 8$
5. $P_{go\ 5} \geq 11$
6. $P_{go\ 6} \geq 10$

7. $P_{go\ 7} \geq 12$
8. $P_{go\ 8} \geq 9$
9. $P_{go\ 9} \geq 10$
10. $P_{go\ 10} \geq 10$
11. $P_{go\ 11} \geq 15$
12. $P_{go\ 12} \geq 71$

4.3.11 Restricción de demanda braga niña (ga)

1. $P_{ga\ 1} \geq 53$
2. $P_{ga\ 2} \geq 41$
3. $P_{ga\ 3} \geq 85$
4. $P_{ga\ 4} \geq 50$
5. $P_{ga\ 5} \geq 84$
6. $P_{ga\ 6} \geq 73$
7. $P_{ga\ 7} \geq 88$
8. $P_{ga\ 8} \geq 83$
9. $P_{ga\ 9} \geq 74$
10. $P_{ga\ 10} \geq 80$
11. $P_{ga\ 11} \geq 118$
12. $P_{ga\ 12} \geq 412$

4.3.12 Restricción de demanda falda dama (fd)

1. $P_{fd\ 1} \geq 95$
2. $P_{fd\ 2} \geq 72$
3. $P_{fd\ 3} \geq 125$
4. $P_{fd\ 4} \geq 88$
5. $P_{fd\ 5} \geq 136$
6. $P_{fd\ 6} \geq 122$
7. $P_{fd\ 7} \geq 144$
8. $P_{fd\ 8} \geq 128$
9. $P_{fd\ 9} \geq 122$
10. $P_{fd\ 10} \geq 129$

11. Pfd 11 ≥ 201

12. Pfd 12 ≥ 774

4.3.13 Restricción de demanda falda niña (fa)

1. Pfa 1 ≥ 29

2. Pfa 2 ≥ 22

3. Pfa 3 ≥ 43

4. Pfa 4 ≥ 27

5. Pfa 5 ≥ 44

6. Pfa 6 ≥ 39

7. Pfa 7 ≥ 46

8. Pfa 8 ≥ 42

9. Pfa 9 ≥ 39

10. Pfa 10 ≥ 42

11. Pfa 11 ≥ 63

12. Pfa 12 ≥ 228

4.3.14 Restricción de demanda camisa hombre (ch)

1. Pch 1 ≥ 240

2. Pch 2 ≥ 181

3. Pch 3 ≥ 265

4. Pch 4 ≥ 220

5. Pch 5 ≥ 316

6. Pch 6 ≥ 291

7. Pch 7 ≥ 339

8. Pch 8 ≥ 285

9. Pch 9 ≥ 290

10. Pch 10 ≥ 299

11. Pch 11 ≥ 482

12. Pch 12 ≥ 1987

4.3.15 Restricción de demanda camisa niño (co)

1. $P_{co\ 1} \geq 45$
2. $P_{co\ 2} \geq 35$
3. $P_{co\ 3} \geq 74$
4. $P_{co\ 4} \geq 42$
5. $P_{co\ 5} \geq 72$
6. $P_{co\ 6} \geq 63$
7. $P_{co\ 7} \geq 76$
8. $P_{co\ 8} \geq 72$
9. $P_{co\ 9} \geq 63$
10. $P_{co\ 10} \geq 69$
11. $P_{co\ 11} \geq 101$
12. $P_{co\ 12} \geq 348$

4.3.16 Restricción de demanda blusa dama (sd)

1. $P_{sd\ 1} \geq 71$
2. $P_{sd\ 2} \geq 53$
3. $P_{sd\ 3} \geq 68$
4. $P_{sd\ 4} \geq 65$
5. $P_{sd\ 5} \geq 88$
6. $P_{sd\ 6} \geq 83$
7. $P_{sd\ 7} \geq 95$
8. $P_{sd\ 8} \geq 77$
9. $P_{sd\ 9} \geq 82$
10. $P_{sd\ 10} \geq 83$
11. $P_{sd\ 11} \geq 138$
12. $P_{sd\ 12} \geq 597$

4.3.17 Restricción de demanda blusa niña (sa)

1. $P_{sa\ 1} \geq 69$
2. $P_{sa\ 2} \geq 52$

3. Psa 3 ≥ 78
4. Psa 4 ≥ 64
5. Psa 5 ≥ 92
6. Psa 6 ≥ 85
7. Psa 7 ≥ 98
8. Psa 8 ≥ 83
9. Psa 9 ≥ 84
10. Psa 10 ≥ 87
11. Psa 11 ≥ 139
12. Psa 12 ≥ 571

A continuación se hace una breve presentación de los datos de restricción de demanda del modelo en Gams.

```

DemPph1.. Pph1    =g= 832;
DemPph2.. Pph2    =g= 633;
DemPph3.. Pph3    =g= 1091;
DemPph4.. Pph4    =g= 772;
DemPph5.. Pph5    =g= 1187;
DemPph6.. Pph6    =g= 1069;
DemPph7.. Pph7    =g= 1260;
DemPph8.. Pph8    =g= 1117;
DemPph9.. Pph9    =g= 1069;
DemPph10.. Pph10  =g= 1129;
DemPph11.. Pph11  =g= 1746;
DemPph12.. Pph12  =g= 6720;

```

4.4 RESTRICCIÓN DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN

La restricción de tiempo de producción queda definida por la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^{i=17} t_{i,j} * P_{i,j} \leq TD_j \quad \forall_j$$

4.4.1 Restricción de tiempo de producción mes 1.

$$0.55*P_{ph1}+0.45*P_{pd1}+0.38*P_{po1}+0.35*P_{pa1}+0.30*P_{bh1}+0.28*P_{bd1}+0.30*P_{bo1}+0.30*P_{ba1}+0.75*P_{gd1}+0.70*P_{go1}+0.68*P_{ga1}+0.30*P_{fd1}+0.25*P_{fa1}+0.50*P_{ch1}+0.50*P_{co1}+0.38*P_{sd1}+0.35*P_{sa1} = I = 11970$$

4.4.2 Restricción de tiempo de producción mes 2.

$$0.55*P_{ph2}+0.45*P_{pd2}+0.38*P_{po2}+0.35*P_{pa2}+0.30*P_{bh2}+0.28*P_{bd2}+0.30*P_{bo2}+0.30*P_{ba2}+0.75*P_{gd2}+0.70*P_{go2}+0.68*P_{ga2}+0.30*P_{fd2}+0.25*P_{fa2}+0.50*P_{ch2}+0.50*P_{co2}+0.38*P_{sd2}+0.35*P_{sa2} = I = 11400$$

4.4.3 Restricción de tiempo de producción mes 3.

$$0.55*P_{ph3}+0.45*P_{pd3}+0.38*P_{po3}+0.35*P_{pa3}+0.30*P_{bh3}+0.28*P_{bd3}+0.30*P_{bo3}+0.30*P_{ba3}+0.75*P_{gd3}+0.70*P_{go3}+0.68*P_{ga3}+0.30*P_{fd3}+0.25*P_{fa3}+0.50*P_{ch3}+0.50*P_{co3}+0.38*P_{sd3}+0.35*P_{sa3} = I = 12540$$

4.4.4 Restricción de tiempo de producción mes 4.

$$0.55*P_{ph4}+0.45*P_{pd4}+0.38*P_{po4}+0.35*P_{pa4}+0.30*P_{bh4}+0.28*P_{bd4}+0.30*P_{bo4}+0.30*P_{ba4}+0.75*P_{gd4}+0.70*P_{go4}+0.68*P_{ga4}+0.30*P_{fd4}+0.25*P_{fa4}+0.50*P_{ch4}+0.50*P_{co4}+0.38*P_{sd4}+0.35*P_{sa4} = I = 10260$$

4.4.5 Restricción de tiempo de producción mes 5.

$$0.55*P_{ph5}+0.45*P_{pd5}+0.38*P_{po5}+0.35*P_{pa5}+0.30*P_{bh5}+0.28*P_{bd5}+0.30*P_{bo5}+0.30*P_{ba5}+0.75*P_{gd5}+0.70*P_{go5}+0.68*P_{ga5}+0.30*P_{fd5}+0.25*P_{fa5}+0.50*P_{ch5}+0.50*P_{co5}+0.38*P_{sd5}+0.35*P_{sa5} = I = 11970$$

4.4.6 Restricción de tiempo de producción mes 6.

$$0.55*Pph6+0.45*Ppd6+0.38*Ppo6+0.35*Ppa6+0.30*Pbh6+0.28*Pbd6+0.30*Pbo6+0.30*Pba6+0.75*Pgd6+0.70*Pgo6+0.68*Pga6+0.30*Pfd6+0.25*Pfa6+0.50*Pch6+0.50*Pco6+0.38*Psd6+0.35*Psa6 = I = 11400$$

4.4.7 Restricción de tiempo de producción mes 7.

$$0.55*Pph7+0.45*Ppd7+0.38*Ppo7+0.35*Ppa7+0.30*Pbh7+0.28*Pbd7+0.30*Pbo7+0.30*Pba7+0.75*Pgd7+0.70*Pgo7+0.68*Pga7+0.30*Pfd7+0.25*Pfa7+0.50*Pch7+0.50*Pco7+0.38*Psd7+0.35*Psa7 = I = 10830$$

4.4.8 Restricción de tiempo de producción mes 8.

$$0.55*Pph8+0.45*Ppd8+0.38*Ppo8+0.35*Ppa8+0.30*Pbh8+0.28*Pbd8+0.30*Pbo8+0.30*Pba8+0.75*Pgd8+0.70*Pgo8+0.68*Pga8+0.30*Pfd8+0.25*Pfa8+0.50*Pch8+0.50*Pco8+0.38*Psd8+0.35*Psa8 = I = 11970$$

4.4.9 Restricción de tiempo de producción mes 9.

$$0.55*Pph9+0.45*Ppd9+0.38*Ppo9+0.35*Ppa9+0.30*Pbh9+0.28*Pbd9+0.30*Pbo9+0.30*Pba9+0.75*Pgd9+0.70*Pgo9+0.68*Pga9+0.30*Pfd9+0.25*Pfa9+0.50*Pch9+0.50*Pco9+0.38*Psd9+0.35*Psa9 = I = 11970$$

4.4.10 Restricción de tiempo de producción mes 10.

$$0.55*Pph10+0.45*Ppd10+0.38*Ppo10+0.35*Ppa10+0.30*Pbh10+0.28*Pbd10+0.30*Pbo10+0.30*Pba10+0.75*Pgd10+0.70*Pgo10+0.68*Pga10+0.30*Pfd10+0.25*Pfa10+0.50*Pch10+0.50*Pco10+0.38*Psd10+0.35*Psa10 = I = 11970$$

4.4.11 Restricción de tiempo de producción mes 11.

$$0.55*P_{ph11}+0.45*P_{pd11}+0.38*P_{po11}+0.35*P_{pa11}+0.30*P_{bh11}+0.28*P_{bd11}+0.30*P_{bo11}+0.30*P_{ba11}+0.75*P_{gd11}+0.70*P_{go11}+0.68*P_{ga11}+0.30*P_{fd11}+0.25*P_{fa11}+0.50*P_{ch11}+0.50*P_{co11}+0.38*P_{sd11}+0.35*P_{sa11} = I = 11400$$

4.4.12 Restricción de tiempo de producción mes 12.

$$0.55*P_{ph12}+0.45*P_{pd12}+0.38*P_{po12}+0.35*P_{pa12}+0.30*P_{bh12}+0.28*P_{bd12}+0.30*P_{bo12}+0.30*P_{ba12}+0.75*P_{gd12}+0.70*P_{go12}+0.68*P_{ga12}+0.30*P_{fd12}+0.25*P_{fa12}+0.50*P_{ch12}+0.50*P_{co12}+0.38*P_{sd12}+0.35*P_{sa12} = I = 13000$$

A continuación se hace una breve presentación de los datos de restricción de Tiempo de Producción del modelo en Gams.

```
Tprod1.. 0.55*Pph1+0.45*Ppd1+0.38*Ppo1+0.35*Ppa1+0.30*Pbh1+0.28*Pbd1+0.30*Pbo1  
          +0.30*Pba1+0.75*Pgd1+0.70*Pgo1+0.68*Pga1+0.30*Pfd1+0.25*Pfa1+0.50*Pch1  
          +0.50*Pco1+0.38*Psd1+0.35*Psa1 =1= 11970;
```

4.5 RESTRICCIÓN DE INVENTARIO FINAL

La restricción de inventario final queda definida por la siguiente ecuación:

$$I_{i,j} = I_{i,j-1} + P_{ij} - D_{i,j}$$

4.5.1 Restricción de inventario final pantalón de hombre (ph)

1. $I_{ph1} = 5000 + P_{ph1} - 832$
2. $I_{ph2} = I_{ph1} + P_{ph2} - 633$
3. $I_{ph3} = I_{ph2} + P_{ph3} - 1091$
4. $I_{ph4} = I_{ph3} + P_{ph4} - 772$
5. $I_{ph5} = I_{ph4} + P_{ph5} - 1187$
6. $I_{ph6} = I_{ph5} + P_{ph6} - 1069$
7. $I_{ph7} = I_{ph6} + P_{ph7} - 1260$
8. $I_{ph8} = I_{ph7} + P_{ph8} - 1117$

9. $lph9 = lph8 + Pph9 - 1069$
10. $lph10 = lph9 + Pph10 - 1129$
11. $lph11 = lph10 + Pph11 - 1746$
12. $lph12 = lph11 + Pph12 - 6720$

4.5.2 Restricción de inventario final pantalón de dama (pd)

1. $lpd1 = 5100 + Ppd1 - 1121$
2. $lpd2 = lph1 + Ppd2 - 851$
3. $lpd3 = lpd2 + Ppd3 - 1396$
4. $lpd4 = lpd3 + Ppd4 - 1038$
5. $lpd5 = lpd4 + Ppd5 - 1562$
6. $lpd6 = lpd5 + Ppd6 - 1416$
7. $lpd7 = lpd6 + Ppd7 - 1662$
8. $lpd8 = lpd7 + Ppd8 - 1451$
9. $lpd9 = lpd8 + Ppd9 - 1414$
10. $lpd10 = lpd9 + Ppd10 - 1481$
11. $lpd11 = lpd10 + Ppd11 - 2321$
12. $lpd12 = lpd11 + Ppd12 - 9137$

4.5.3 Restricción de inventario final pantalón de niño (po)

1. $lpo1 = 1450 + Ppo1 - 209$
2. $lpo2 = lph1 + Ppo2 - 160$
3. $lpo3 = lpo2 + Ppo3 - 294$
4. $lpo4 = lpo3 + Ppo4 - 195$
5. $lpo5 = lpo4 + Ppo5 - 309$
6. $lpo6 = lpo5 + Ppo6 - 275$
7. $lpo7 = lpo6 + Ppo7 - 326$
8. $lpo8 = lpo7 + Ppo8 - 296$
9. $lpo9 = lpo8 + Ppo9 - 276$
10. $lpo10 = lpo9 + Ppo10 - 294$
11. $lpo11 = lpo10 + Ppo11 - 448$
12. $lpo12 = lpo11 + Ppo12 - 1671$

4.5.4 Restricción de inventario final pantalón de niña (pa)

1. $lpa1 = 1201 + Ppa1 - 198$
2. $lpa2 = lpa1 + Ppa2 - 152$
3. $lpa3 = lpa2 + Ppa3 - 294$
4. $lpa4 = lpa3 + Ppa4 - 185$
5. $lpa5 = lpa4 + Ppa5 - 300$
6. $lpa6 = lpa5 + Ppa6 - 266$
7. $lpa7 = lpa6 + Ppa7 - 316$
8. $lpa8 = lpa7 + Ppa8 - 291$
9. $lpa9 = lpa8 + Ppa9 - 267$
10. $lpa10 = lpa9 + Ppa10 - 287$
11. $lpa11 = lpa10 + Ppa11 - 430$
12. $lpa12 = lpa11 + Ppa12 - 1565$

4.5.5 Restricción de inventario final bermuda hombre (bh)

1. $lbh1 = 407 + Pbh1 - 69$
2. $lbh2 = lbh1 + Pbh2 - 53$
3. $lbh3 = lbh2 + Pbh3 - 92$
4. $lbh4 = lbh3 + Pbh4 - 64$
5. $lbh5 = lbh4 + Pbh5 - 100$
6. $lbh6 = lbh5 + Pbh6 - 90$
7. $lbh7 = lbh6 + Pbh7 - 106$
8. $lbh8 = lbh7 + Pbh8 - 94$
9. $lbh9 = lbh8 + Pbh9 - 90$
10. $lbh10 = lbh9 + Pbh10 - 95$
11. $lbh11 = lbh10 + Pbh11 - 146$
12. $lbh12 = lbh11 + Pbh12 - 558$

4.5.6 Restricción de inventario final bermuda dama (bd)

1. $lbd1 = 350 + Pbd1 - 54$
2. $lbd2 = lbd1 + Pbd2 - 41$
3. $lbd3 = lbd2 + Pbd3 - 65$
4. $lbd4 = lbd3 + Pbd4 - 50$

5. $lbd5 = lbd4 + Pbd5 - 74$
6. $lbd6 = lbd5 + Pbd6 - 68$
7. $lbd7 = lbd6 + Pbd7 - 79$
8. $lbd8 = lbd7 + Pbd8 - 68$
9. $lbd9 = lbd8 + Pbd9 - 68$
10. $lbd10 = lbd9 + Pbd10 - 70$
11. $lbd11 = lbd10 + Pbd11 - 111$
12. $lbd12 = lbd11 + Pbd12 - 447$

4.5.7 Restricción de inventario final bermuda niño (bo)

1. $lbo1 = 263 + Pbo1 - 72$
2. $lbo2 = lbo1 + Pbo2 - 55$
3. $lbo3 = lbo2 + Pbo3 - 106$
4. $lbo4 = lbo3 + Pbo4 - 67$
5. $lbo5 = lbo4 + Pbo5 - 108$
6. $lbo6 = lbo5 + Pbo6 - 96$
7. $lbo7 = lbo6 + Pbo7 - 114$
8. $lbo8 = lbo7 + Pbo8 - 105$
9. $lbo9 = lbo8 + Pbo9 - 96$
10. $lbo10 = lbo9 + Pbo10 - 103$
11. $lbo11 = lbo10 + Pbo11 - 155$
12. $lbo12 = lbo11 + Pbo12 - 567$

4.5.8 Restricción de inventario final bermuda niña (ba)

1. $lba1 = 8 + Pba1 - 23$
2. $lba2 = lba1 + Pba2 - 18$
3. $lba3 = lba2 + Pba3 - 37$
4. $lba4 = lba3 + Pba4 - 21$
5. $lba5 = lba4 + Pba5 - 36$
6. $lba6 = lba5 + Pba6 - 32$
7. $lba7 = lba6 + Pba7 - 38$
8. $lba8 = lba7 + Pba8 - 36$
9. $lba9 = lba8 + Pba9 - 32$

10. $Iba10 = Iba9 + Pba10 - 35$
11. $Iba11 = Iba10 + Pba11 - 51$
12. $Iba12 = Iba11 + Pba12 - 175$

4.5.9 Restricción de inventario final braga dama (gd)

1. $Igd1 = 265 + Pgd1 - 31$
2. $Igd2 = Igd1 + Pgd2 - 23$
3. $Igd3 = Igd2 + Pgd3 - 35$
4. $Igd4 = Igd3 + Pgd4 - 28$
5. $Igd5 = Igd4 + Pgd5 - 41$
6. $Igd6 = Igd5 + Pgd6 - 38$
7. $Igd7 = Igd6 + Pgd7 - 44$
8. $Igd8 = Igd7 + Pgd8 - 37$
9. $Igd9 = Igd8 + Pgd9 - 37$
10. $Igd10 = Igd9 + Pgd10 - 39$
11. $Igd11 = Igd10 + Pgd11 - 62$
12. $Igd12 = Igd11 + Pgd12 - 252$

4.5.10 Restricción de inventario final braga niño (go)

1. $Igo1 = 5 + Pgo1 - 9$
2. $Igo2 = Igo1 + Pgo2 - 7$
3. $Igo3 = Igo2 + Pgo3 - 8$
4. $Igo4 = Igo3 + Pgo4 - 8$
5. $Igo5 = Igo4 + Pgo5 - 11$
6. $Igo6 = Igo5 + Pgo6 - 10$
7. $Igo7 = Igo6 + Pgo7 - 12$
8. $Igo8 = Igo7 + Pgo8 - 9$
9. $Igo9 = Igo8 + Pgo9 - 10$
10. $Igo10 = Igo9 + Pgo10 - 10$
11. $Igo11 = Igo10 + Pgo11 - 15$
12. $Igo12 = Igo11 + Pgo12 - 71$

4.5.11 Restricción de inventario final braga niña (ga)

1. $Iga1 = 174 + PGA1 - 53$

2. $Iga2 = Iga1 + Pga2 - 41$
3. $Iga3 = Iga2 + Pga3 - 85$
4. $Iga4 = Iga3 + Pga4 - 50$
5. $Iga5 = Iga4 + Pga5 - 84$
6. $Iga6 = Iga5 + Pga6 - 73$
7. $Iga7 = Iga6 + Pga7 - 88$
8. $Iga8 = Iga7 + Pga8 - 83$
9. $Iga9 = Iga8 + Pga9 - 74$
10. $Iga10 = Iga9 + Pga10 - 80$
11. $Iga11 = Iga10 + Pga11 - 118$
12. $Iga12 = Iga11 + Pga12 - 412$

4.5.12 Restricción de inventario final falda dama (fd)

1. $Ifd1 = 403 + Pfd1 - 95$
2. $Ifd2 = Ifd1 + Pfd2 - 72$
3. $Ifd3 = Ifd2 + Pfd3 - 125$
4. $Ifd4 = Ifd3 + Pfd4 - 88$
5. $Ifd5 = Ifd4 + Pfd5 - 136$
6. $Ifd6 = Ifd5 + Pfd6 - 122$
7. $Ifd7 = Ifd6 + Pfd7 - 144$
8. $Ifd8 = Ifd7 + Pfd8 - 128$
9. $Ifd9 = Ifd8 + Pfd9 - 122$
10. $Ifd10 = Ifd9 + Pfd10 - 129$
11. $Ifd11 = Ifd10 + Pfd11 - 201$
12. $Ifd12 = Ifd11 + Pfd12 - 774$

4.5.13 Restricción de inventario final falda niña (fa)

1. $Ifa1 = 4 + Pfa1 - 29$
2. $Ifa2 = Ifa1 + Pfa2 - 22$
3. $Ifa3 = Ifa2 + Pfa3 - 43$
4. $Ifa4 = Ifa3 + Pfa4 - 27$
5. $Ifa5 = Ifa4 + Pfa5 - 44$
6. $Ifa6 = Ifa5 + Pfa6 - 39$

7. $lfa7 = lfa6 + Pfa7 - 46$
8. $lfa8 = lfa7 + Pfa8 - 42$
9. $lfa9 = lfa8 + Pfa9 - 39$
10. $lfa10 = lfa9 + Pfa10 - 42$
11. $lfa11 = lfa10 + Pfa11 - 63$
12. $lfa12 = lfa11 + Pfa12 - 228$

4.5.14 Restricción de inventario final camisa hombre (ch)

1. $lch1 = 1019 + Pch1 - 240$
2. $lch2 = lch1 + Pch2 - 181$
3. $lch3 = lch2 + Pch3 - 265$
4. $lch4 = lch3 + Pch4 - 220$
5. $lch5 = lch4 + Pch5 - 316$
6. $lch6 = lch5 + Pch6 - 291$
7. $lch7 = lch6 + Pch7 - 339$
8. $lch8 = lch7 + Pch8 - 285$
9. $lch9 = lch8 + Pch9 - 290$
10. $lch10 = lch9 + Pch10 - 299$
11. $lch11 = lch10 + Pch11 - 482$
12. $lch12 = lch11 + Pch12 - 1987$

4.5.15 Restricción de inventario final camisa niño (co)

1. $lco1 = 256 + Pco1 - 45$
2. $lco2 = lco1 + Pco2 - 35$
3. $lco3 = lco2 + Pco3 - 74$
4. $lco4 = lco3 + Pco4 - 42$
5. $lco5 = lco4 + Pco5 - 72$
6. $lco6 = lco5 + Pco6 - 63$
7. $lco7 = lco6 + Pco7 - 76$
8. $lco8 = lco7 + Pco8 - 72$
9. $lco9 = lco8 + Pco9 - 63$
10. $lco10 = lco9 + Pco10 - 69$

$$11. \text{Ico11} = \text{Ico10} + \text{Pco11} - 101$$

$$12. \text{Ico12} = \text{Ico11} + \text{Pco12} - 348$$

4.5.16 Restricción de inventario final blusa dama (sd)

$$1. \text{Isd1} = 677 + \text{Psd1} - 71$$

$$2. \text{Isd2} = \text{Isd1} + \text{Psd2} - 53$$

$$3. \text{Isd3} = \text{Isd2} + \text{Psd3} - 68$$

$$4. \text{Isd4} = \text{Isd3} + \text{Psd4} - 65$$

$$5. \text{Isd5} = \text{Isd4} + \text{Psd5} - 88$$

$$6. \text{Isd6} = \text{Isd5} + \text{Psd6} - 83$$

$$7. \text{Isd7} = \text{Isd6} + \text{Psd7} - 95$$

$$8. \text{Isd8} = \text{Isd7} + \text{Psd8} - 77$$

$$9. \text{Isd9} = \text{Isd8} + \text{Psd9} - 82$$

$$10. \text{Isd10} = \text{Isd9} + \text{Psd10} - 83$$

$$11. \text{Isd11} = \text{Isd10} + \text{Psd11} - 138$$

$$12. \text{Isd12} = \text{Isd11} + \text{Psd12} - 597$$

4.5.17 Restricción de inventario final blusa niña (sa)

$$1. \text{Isa1} = 308 + \text{Psa1} - 69$$

$$2. \text{Isa2} = \text{Isa1} + \text{Psa2} - 52$$

$$3. \text{Isa3} = \text{Isa2} + \text{Psa3} - 78$$

$$4. \text{Isa4} = \text{Isa3} + \text{Psa4} - 64$$

$$5. \text{Isa5} = \text{Isa4} + \text{Psa5} - 92$$

$$6. \text{Isa6} = \text{Isa5} + \text{Psa6} - 85$$

$$7. \text{Isa7} = \text{Isa6} + \text{Psa7} - 98$$

$$8. \text{Isa8} = \text{Isa7} + \text{Psa8} - 83$$

$$9. \text{Isa9} = \text{Isa8} + \text{Psa9} - 84$$

$$10. \text{Isa10} = \text{Isa9} + \text{Psa10} - 87$$

$$11. \text{Isa11} = \text{Isa10} + \text{Psa11} - 139$$

$$12. \text{Isa12} = \text{Isa11} + \text{Psa12} - 571$$

A continuación se hace una breve presentación de los datos restricción de Inventario Final en Gams.

```
Balph1.. Iph1  =e= 5000 +Pph1 - 832;  
Balph2.. Iph2  =e= Iph1 +Pph2 - 633;  
Balph3.. Iph3  =e= Iph2 +Pph3 - 1091;  
Balph4.. Iph4  =e= Iph3 +Pph4 - 772;  
Balph5.. Iph5  =e= Iph4 +Pph5 - 1187;  
Balph6.. Iph6  =e= Iph5 +Pph6 - 1069;  
Balph7.. Iph7  =e= Iph6 +Pph7 - 1260;  
Balph8.. Iph8  =e= Iph7 +Pph8 - 1117;  
Balph9.. Iph9  =e= Iph8 +Pph9 - 1069;  
Balph10.. Iph10 =e= Iph9 +Pph10 -1129;  
Balph11.. Iph11 =e= Iph10 +Pph11 -1746;  
Balph12.. Iph12 =e= Iph11 +Pph12 -6720;
```

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 SELECCIÓN DE DATOS

Para la selección de los datos se recopila toda la información histórica de la Empresa, y se agrupa dependiendo de los criterios de evaluación; esto permite un mayor análisis de las variables en estudio.

5.2 DATOS REGISTRADOS EN EL AÑO 2005

A continuación se presentan los datos que la Empresa, registra al final de cada periodo del año 2005 y los datos obtenidos del modelo matemático.

Para la obtención de los datos del modelo matemático, éste se corrió en el programa Gams. Para verificar las diferencias de las cifras de los datos registrados en el año 2005 con los obtenidos por el modelo matemático se realiza utilizando el programa Statgraphics.

5.3 UNIDADES FABRICADAS

A continuación se presentan los datos de las unidades fabricadas durante el años 2005 y los datos óptimos obtenidos del modelo matemático.

Cuadro 16. Unidades fabricadas - dato óptimo e histórico. Hoja 1/2

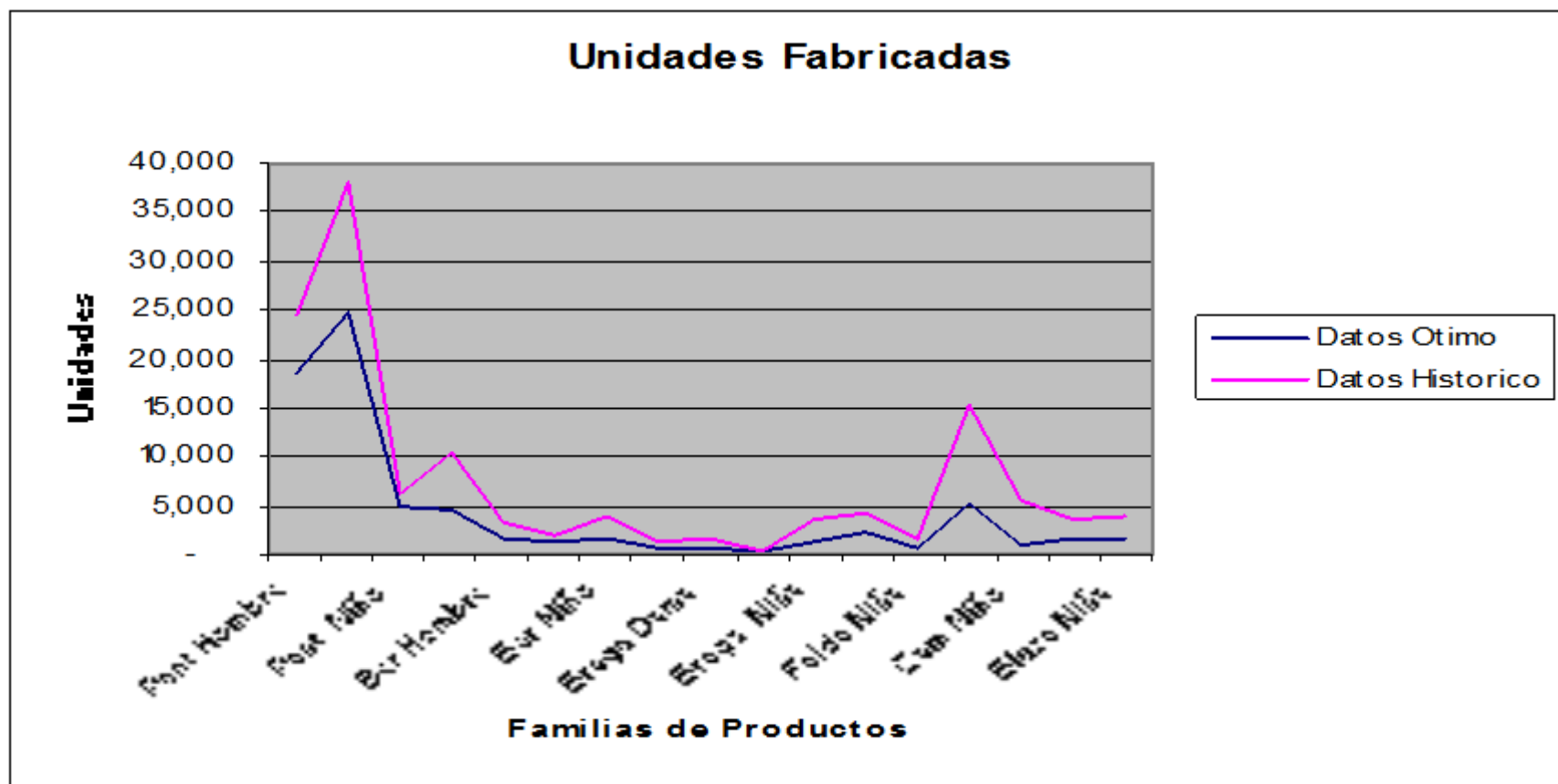
Estilos	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
	Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.	
	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005
Pant Hombre	832	840	633	572	1,091	1,384	772	1,037	1,187	1,634	1,069	1,442
Pant Dama	1,121	1,202	851	748	1,396	1,989	1,038	1,451	1,562	2,230	1,416	1,959
Pant Niño	209	255	160	95	294	234	195	214	309	378	275	390
Pant Niña	198	293	152	211	294	387	185	293	300	506	266	419
Ber Hombre	69	63	53	63	92	104	64	102	100	154	90	96
Ber Dama	54	53	41	50	65	88	50	67	74	108	68	86
Ber Niño	72	153	55	94	106	213	67	163	108	279	96	154
Ber Niña	23	44	18	33	37	71	21	43	36	80	32	56
Braga Dama	31	51	23	34	35	34	28	58	41	104	38	35
Braga Niño	9	18	7	12	8	15	8	20	11	22	10	23
Braga Niña	53	126	41	106	85	161	50	123	84	327	73	131
Falda Dama	95	92	72	64	125	138	88	120	136	239	122	150
Falda Niña	29	66	22	55	43	102	27	78	44	134	39	74
Cam Hombre	240	198	181	167	265	1,075	220	762	316	1,343	291	1,090
Cam Niño	45	88	35	128	74	324	42	241	72	445	63	310
Blusa Dama	71	39	53	101	68	135	65	133	88	147	83	132
Blusa Niña	69	56	52	128	78	171	64	194	92	145	85	123
TOTAL	3,219	3,637	2,449	2,662	4,155	6,625	2,986	5,098	4,561	8,274	4,115	6,670

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 16. Unidades fabricadas - dato óptimo e histórico. Hoja 2/2

Estilos	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	1,260	1,584	1,117	1,764	1,069	1,936	1,129	2,244	1,746	3,268	6,720	6,640
Pant Dama	1,662	2,433	1,451	2,813	1,414	3,021	1,481	3,625	2,321	5,089	9,137	11,399
Pant Niño	326	295	296	472	276	592	294	703	448	917	1,671	1,489
Pant Niña	316	503	291	764	267	978	287	1,020	430	3,245	1,565	1,925
Ber Hombre	106	150	94	180	90	242	95	319	146	561	558	1,078
Ber Dama	79	87	68	132	68	178	70	133	111	356	447	656
Ber Niño	114	198	105	253	96	255	103	283	155	437	567	1,268
Ber Niña	38	84	36	80	32	73	35	87	51	153	175	386
Braga Dama	44	44	37	135	37	154	39	178	62	253	252	483
Braga Niño	12	31	9	17	10	21	10	25	15	39	71	178
Braga Niña	88	197	83	241	74	227	80	334	118	462	412	997
Falda Dama	144	254	128	318	122	261	129	462	201	849	774	1,292
Falda Niña	46	110	42	152	39	132	42	171	63	263	228	450
Cam Hombre	339	1,142	285	1,444	290	1,666	299	1,497	482	1,754	1,987	3,237
Cam Niño	76	395	72	589	63	664	69	924	101	751	348	738
Blusa Dama	95	131	77	180	82	238	83	371	138	858	597	962
Blusa Niña	98	92	83	284	84	283	87	352	139	509	571	1,479
TOTAL	4,845	7,729	4,275	9,818	4,114	10,919	4,332	12,728	6,728	19,764	26,081	34,656

Fuente: Elaboración Propia



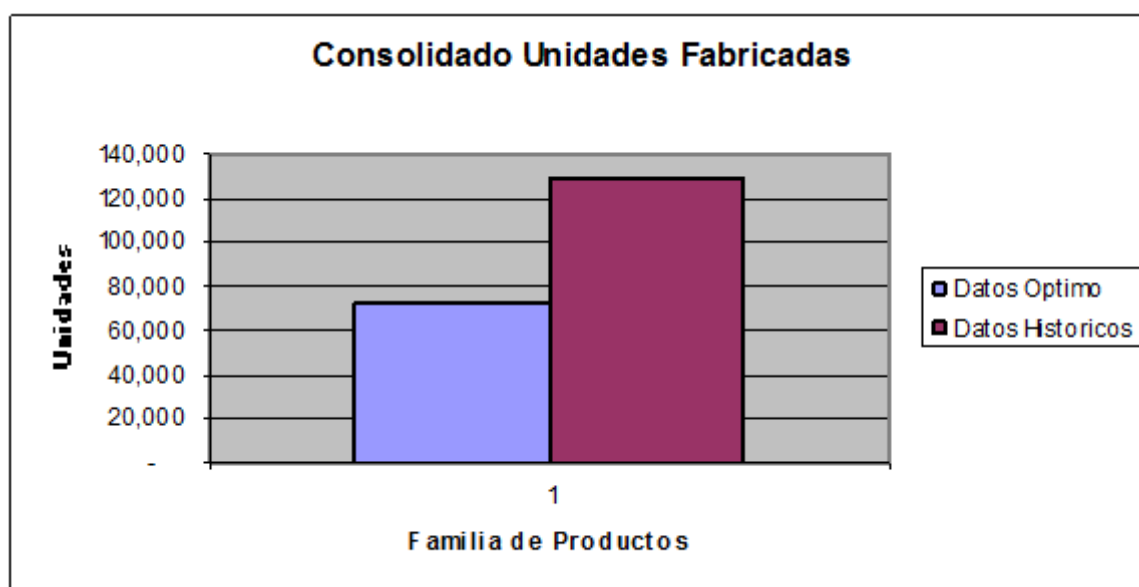
Gráfica 2. Unidades fabricadas dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 17. Consolidado unidades fabricadas dato óptimo e histórico

Estilos	Total		
	Unid Fab.		
	Optimo	2005	% Disminución
Pant Hombre	18,625	24,343	23%
Pant Dama	24,851	37,958	35%
Pant Niño	4,753	6,033	21%
Pant Niña	4,552	10,543	57%
Ber Hombre	1,556	3,111	50%
Ber Dama	1,196	1,993	40%
Ber Niño	1,645	3,750	56%
Ber Niña	534	1,190	55%
Braga Dama	667	1,563	57%
Braga Niño	182	421	57%
Braga Niña	1,243	3,432	64%
Falda Dama	2,136	4,241	50%
Falda Niña	662	1,788	63%
Cam Hombre	5,194	15,377	66%
Cam Niño	1,060	5,596	81%
Blusa Dama	1,500	3,426	56%
Blusa Niña	1,503	3,814	61%
TOTAL	71,860	128,579	44%

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 3. Consolidado unidades fabricadas dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se hace una breve presentación de las unidades a fabricar obtenidas por el modelo en Gams.

VAR Pph1	.	832.000
VAR Pph2	.	633.000
VAR Pph3	.	1091.000
VAR Pph4	.	772.000
VAR Pph5	.	1187.000
VAR Pph6	.	1069.000
VAR Pph7	.	1260.000
VAR Pph8	.	1117.000
VAR Pph9	.	1069.000
VAR Pph10	.	1129.000
VAR Pph11	.	1746.000
VAR Pph12	.	6720.000

Los anteriores cuadros y gráficas muestran los datos óptimos e históricos de las unidades fabricadas para cada familia de productos por meses; de igual forma se presenta un consolidado del año 2005.

Al realizar un análisis exhaustivo en las cifras de los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático con los del año 2005 de cada una de las familias de productos en los diferentes meses; se concluye, que la Empresa, estaba incurriendo en una sobreproducción.

- **Análisis por mes:** Al analizar la familia de producto de Pantalón de Hombre en el mes de Enero, se puede observar que el valor óptimo obtenido por el modelo matemático es de 832 unidades y los datos históricos de la Empresa, muestran una producción de 840 unidades; lo que refleja que se han fabricado 8 unidades de producción innecesarias; lo que equivale al 1% para el mes en estudio. Ver Cuadro 16
- **Análisis por año:** Al analizar los datos consolidados de la familia de productos de pantalón de hombre al final del periodo, se puede observar que el valor óptimo obtenido por el modelo matemático es de 18.625 unidades y los datos históricos de la Empresa, muestran una producción de 24.343 unidades para el año 2005; fabricando 5.718 unidades de producción innecesarias que equivale al 23% para el año en estudio. Ver Cuadro 17

- **Análisis consolidado:** Al analizar los datos consolidados del año 2005, para todas las familias de productos, se puede observar que el valor óptimo obtenido por el modelo matemático es de 71.860 unidades y los datos históricos de la Empresa, muestran una producción de 128.579 unidades para el año 2005; obteniéndose una diferencia de 56.719 unidades de producción innecesarias que equivalen al 44% para el año en estudio. Ver Cuadro 17
- **Prueba T Pariada:** Para comprobar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se realiza una prueba T Pariada; para analizar los datos consolidados del número de unidades fabricadas para el año 2005 con los datos obtenidos por el modelo matemático.

Fue seleccionada la prueba T Pariada, para el análisis, dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que el factor de familia de productos no haga parte del análisis. Asimismo se procede a tratar el factor familia como bloque y a analizar únicamente el factor del número de unidades fabricadas. El análisis se hace únicamente con las cantidades consolidadas. Ver Cuadro 17.

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Ho: Número de unidades fabricadas de los datos históricos sean iguales a las unidades obtenidas por el modelo matemático.

H1: Número de unidades fabricadas de los datos históricos sean diferentes a las unidades obtenidas por el modelo matemático.

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de H_0 :

Computed t statistic = -3.83986

P-Value = 0.00144592

Reject the null hypothesis for $\alpha = 0.05$

Por lo tanto, H_0 , se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de confianza del 95% que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población del número de unidades fabricadas de los datos históricos con las unidades óptimas del modelo matemático.

De acuerdo con lo anterior y dado que se rechaza la hipótesis nula (H_0) por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos de Programación de Producción arrojados por el modelo matemático, conducirá a una reducción mayor de costos de producción.

5.4 COSTOS DE PRODUCCIÓN

A continuación se presentan los datos de los Costos de Producción obtenidos durante el años 2005 y los datos óptimos obtenidos del modelo matemático.

Cuadro 18. Costo de producción - dato óptimo e histórico. Hoja 1/2

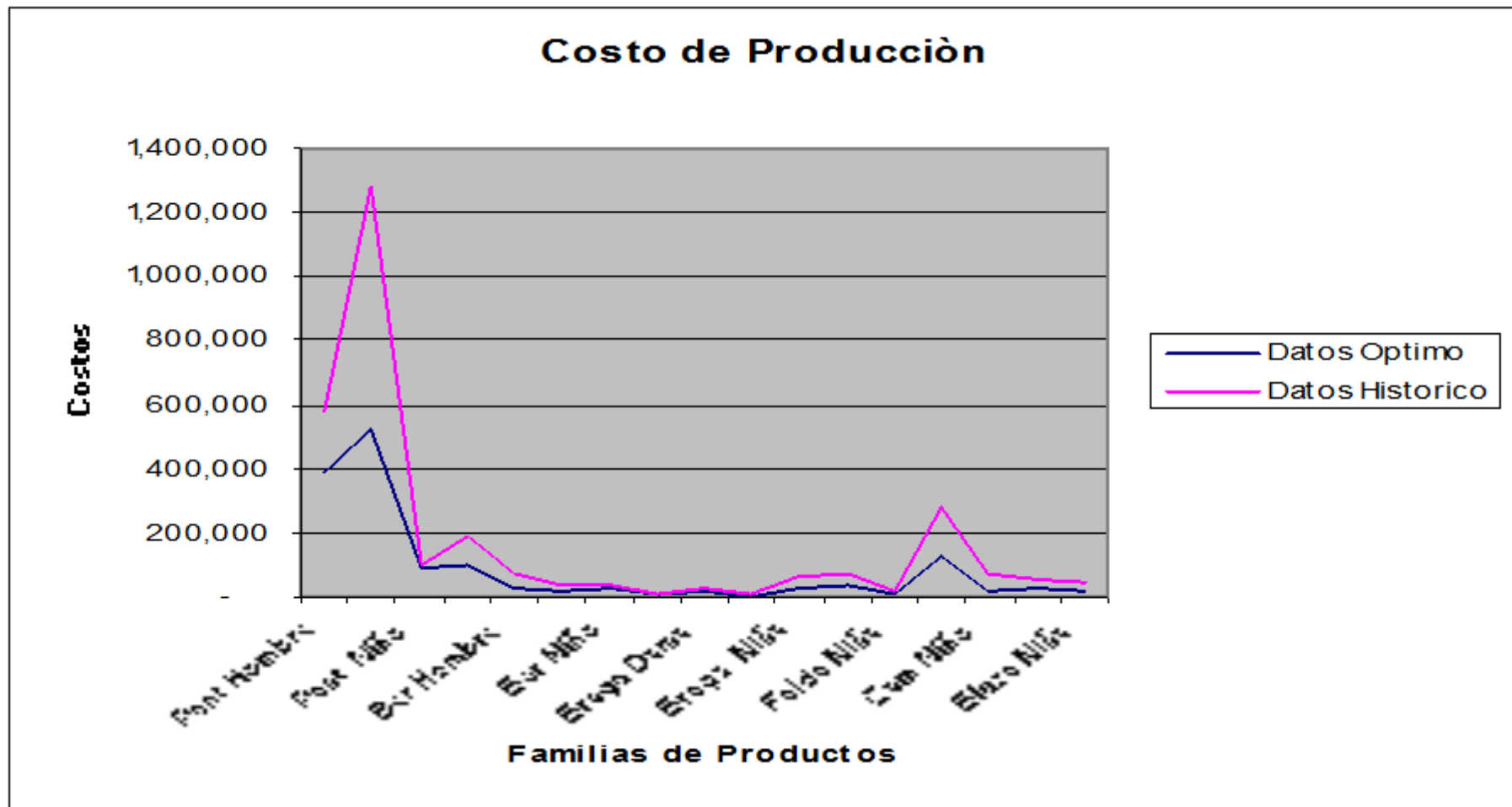
Estilos	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
	Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	17,503	19,876	13,329	13,545	22,961	32,765	16,252	24,540	24,991	38,691	22,498	34,133
Pant Dama	23,644	40,687	17,949	25,319	29,430	67,302	21,886	49,092	32,938	75,449	29,862	66,278
Pant Niño	3,780	4,277	2,891	1,602	5,308	3,936	3,524	3,595	5,577	6,344	4,975	6,559
Pant Niña	4,155	5,366	3,189	3,862	6,159	7,087	3,888	5,373	6,299	9,261	5,577	7,682
Ber Hombre	1,181	1,485	901	1,491	1,575	2,451	1,098	2,405	1,700	3,636	1,527	2,262
Ber Dama	797	881	604	828	949	1,452	736	1,112	1,088	1,781	993	1,419
Ber Niño	988	1,528	759	936	1,457	2,128	925	1,631	1,494	2,791	1,324	1,543
Ber Niña	295	407	228	307	486	654	278	393	472	735	412	519
Braga Dama	660	752	499	499	758	504	608	849	887	1,537	812	511
Braga Niño	189	350	146	240	167	293	175	388	227	420	220	448
Braga Niña	1,167	2,490	901	2,085	1,880	3,161	1,098	2,412	1,846	6,437	1,616	2,585
Falda Dama	1,622	1,541	1,232	1,074	2,131	2,310	1,504	2,012	2,318	4,010	2,083	2,517
Falda Niña	477	733	366	612	705	1,130	447	865	722	1,476	640	821
Cam Hombre	5,736	3,626	4,326	3,049	6,336	19,649	5,275	13,927	7,575	24,540	6,976	19,908
Cam Niño	874	1,080	676	1,573	1,440	3,997	824	2,965	1,399	5,487	1,221	3,816
Blusa Dama	1,245	630	933	1,646	1,205	2,192	1,138	2,170	1,556	2,398	1,457	2,148
Blusa Niña	800	600	604	1,380	901	1,843	736	2,087	1,065	1,558	979	1,325
TOTAL	65,113	86,309	49,532	60,046	83,847	152,852	60,392	115,815	92,156	186,552	83,171	154,474

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 18. Costo de producción - dato óptimo e histórico. Hoja 2/2

Estilos	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	26,524	37,508	23,519	41,756	22,506	45,826	23,753	53,120	36,742	77,358	141,432	157,208
Pant Dama	35,057	82,344	30,591	95,194	29,814	102,233	31,235	122,651	48,947	172,199	192,688	385,716
Pant Niño	5,898	4,953	5,339	7,925	4,990	9,949	5,317	11,816	8,085	15,416	30,182	25,017
Pant Niña	6,641	9,214	6,110	13,988	5,605	17,922	6,019	18,684	9,028	59,439	32,846	35,261
Ber Hombre	1,802	3,549	1,606	4,262	1,528	5,716	1,617	7,533	2,491	13,278	9,521	25,491
Ber Dama	1,161	1,428	999	2,172	989	2,931	1,030	2,199	1,632	5,881	6,544	10,832
Ber Niño	1,576	1,976	1,447	2,528	1,330	2,551	1,427	2,828	2,144	4,372	7,823	12,674
Ber Niña	495	771	470	732	416	674	453	802	662	1,405	2,279	3,548
Braga Dama	948	649	807	1,997	809	2,265	838	2,631	1,339	3,732	5,444	7,125
Braga Niño	260	602	192	337	215	398	212	490	324	749	1,498	3,464
Braga Niña	1,938	3,877	1,827	4,745	1,629	4,467	1,771	6,584	2,600	9,092	9,068	19,634
Falda Dama	2,449	4,260	2,183	5,324	2,085	4,369	2,204	7,742	3,437	14,228	13,199	21,641
Falda Niña	761	1,221	700	1,683	643	1,460	690	1,889	1,036	2,906	3,776	4,970
Cam Hombre	8,114	20,858	6,824	26,386	6,935	30,445	7,146	27,352	11,527	32,049	47,569	59,145
Cam Niño	1,467	4,864	1,392	7,261	1,232	8,179	1,343	11,390	1,961	9,254	6,757	9,095
Blusa Dama	1,678	2,130	1,354	2,937	1,442	3,873	1,460	6,037	2,428	13,983	10,502	15,667
Blusa Niña	1,140	992	964	3,060	973	3,045	1,006	3,793	1,615	5,486	6,616	15,936
TOTAL	97,909	181,195	86,325	222,288	83,144	246,302	87,519	287,542	135,999	440,827	527,744	812,424

Fuente: Elaboración Propia



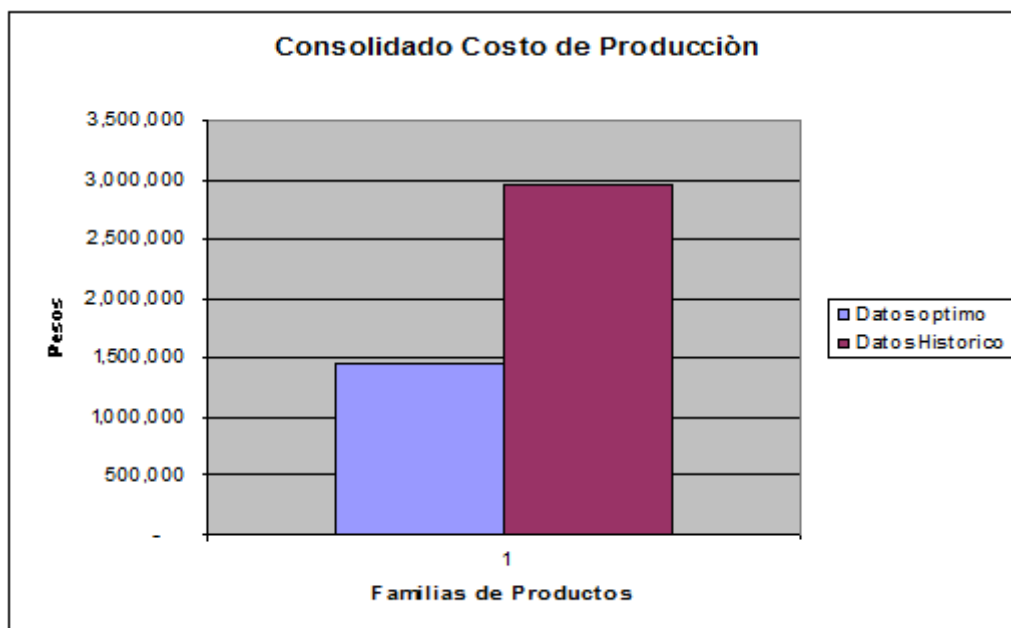
Gráfica 4. Costo de producción. Dato óptimo e histórico

Fuente: elaboración Propia

Cuadro 19. Consolidado costo de producción. Dato óptimo e histórico

Estilos	Total		
	Unid Fab.		
	Optimo	2005	% Disminución
Pant Hombre	392,009	576,325	32%
Pant Dama	524,042	1,284,463	59%
Pant Niño	85,865	101,389	15%
Pant Niña	95,516	193,138	51%
Ber Hombre	26,547	73,560	64%
Ber Dama	17,524	32,917	47%
Ber Niño	22,696	37,487	39%
Ber Niña	6,947	10,946	37%
Braga Dama	14,408	23,050	37%
Braga Niño	3,824	8,178	53%
Braga Niña	27,341	67,568	60%
Falda Dama	36,447	71,028	49%
Falda Niña	10,962	19,766	45%
Cam Hombre	124,340	280,934	56%
Cam Niño	20,586	68,961	70%
Blusa Dama	26,399	55,811	53%
Blusa Niña	17,399	41,105	58%
TOTAL	1,452,851	2,946,627	51%

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 5. Consolidado costo de producción. Dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración Propia

Los anteriores cuadros y gráficas muestran los datos óptimos e históricos de los costos de producción para cada familia de productos por meses; de igual forma se presenta un consolidado del año 2005.

Al realizar un análisis exhaustivo en las cifras de los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático con los del año 2005 de cada una de las familias de productos en los diferentes meses, se concluye que la Empresa, estaba incurriendo en costos de producción innecesarios por fabricar productos que no se requerían.

- **Análisis por mes:** Al analizar los costos de producción de la familia de producto de Pantalón de Hombre en el mes de Enero, se observa que el valor óptimo obtenido por el modelo matemático es de \$17.503 pesos y los datos históricos de la Empresa, son de \$19.876 pesos; generando unos costos de producción de \$42.373 pesos innecesarios que equivalen al 11.94%. Ver Cuadro 18

- **Análisis por año:** Al analizar los costos de producción consolidados de la familia de productos de pantalón de hombre al final del periodo, se observa que el valor óptimo obtenido por el modelo matemático es de \$392.009 pesos y los datos históricos de la Empresa, muestran unos costos de \$576.325 pesos; obteniendo unos costos de producción de \$184.316 pesos innecesarios que equivalen al 32% para el año en estudio. Ver Cuadro 19

- **Análisis Consolidado:** Al analizar los costos de producción consolidado para todas las familias de productos se observa que el valor óptimo obtenido por el modelo matemático es de \$1.452.851 pesos y los datos históricos de la Empresa, muestran unos costos de producción de \$2.946.627 pesos para el año 2005; obteniendo una diferencia en los costos de \$1.493.776 pesos que equivalen al 51% menos para el año en estudio. Ver Cuadro 19

- **Prueba T Pariada:** Para comprobar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se realiza una prueba T Pariada; para analizar los datos

consolidados de los costos de producción para el año 2005 con los datos obtenidos por el modelo matemático.

Se selecciona la prueba T Pariada, para el análisis, dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que el factor de familia de productos no haga parte del análisis. Se procede a tratar el factor familia como bloque y se analiza únicamente el factor de los costos de producción. El análisis lo se hace únicamente con las cantidades consolidadas. Ver Cuadro 19

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Ho: Costos de producción de los datos históricos sean iguales a los costos de producción de los datos obtenidos por el modelo matemático.

H1: Costos de producción de los datos históricos sean diferentes a los costos de producción obtenidos por el modelo matemático.

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de Ho:

Computed t statistic = -2.00065

P-Value = 0.062695

Do not reject the null hypothesis for alpha = 0.05

Por lo tanto, Ho, se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de confianza del 95% que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población de los costos de producción, de los datos históricos con las unidades óptimas del modelo matemático.

De acuerdo con lo anterior, y dado que se rechaza la hipótesis nula (H_0) por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos de costos de producción obtenidos por el modelo matemático, conducirá a una reducción mayor en el costo total de los productos.

5.5 INVENTARIO.

A continuación se presentan los datos de inventario de productos terminados durante el años 2005 y los datos óptimos obtenidos del modelo matemático.

Cuadro 20. Inventario - dato óptimo año 2005. Hoja 1/2

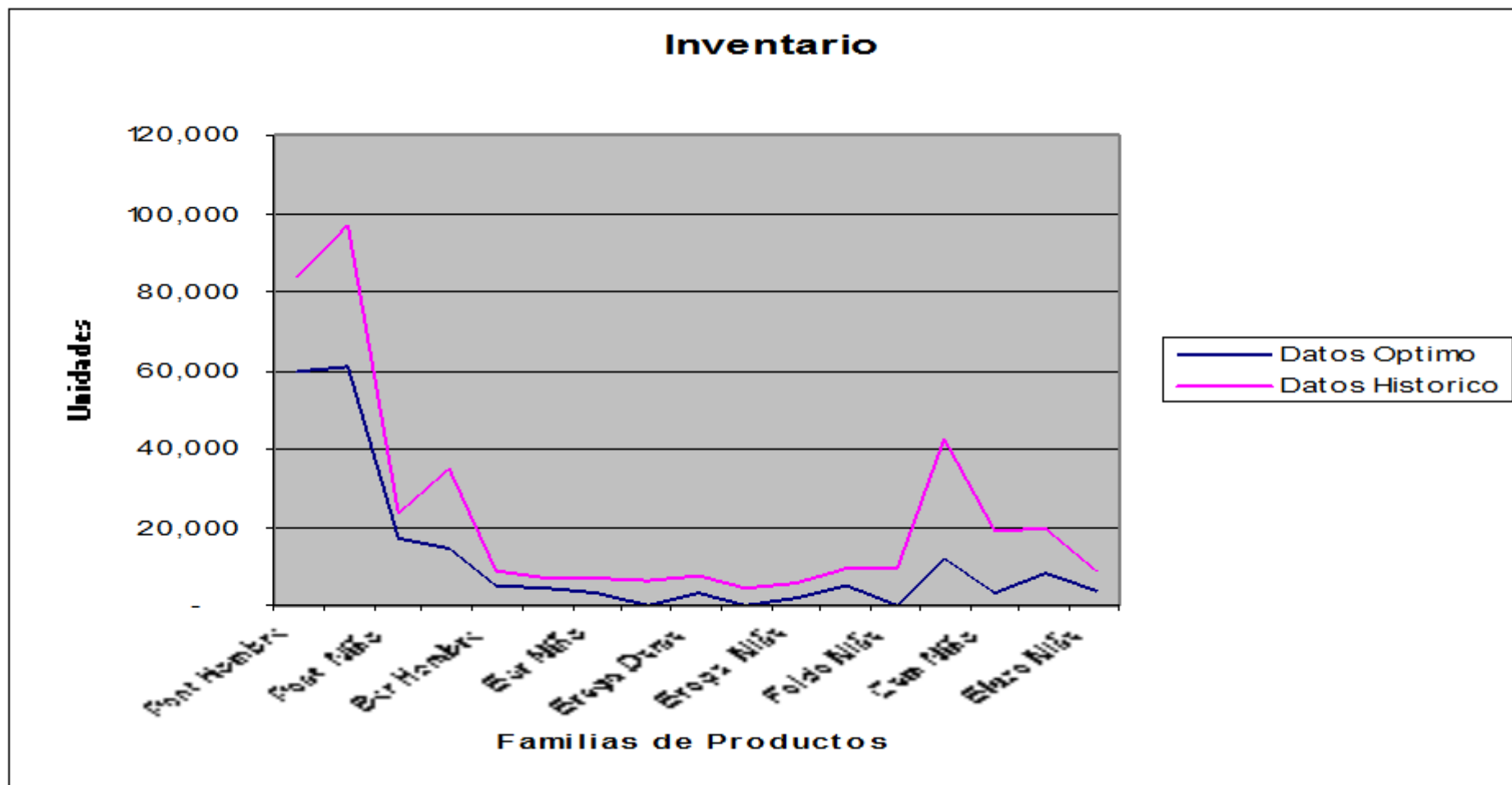
Estilos	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
	Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	5,000	5,048	5,000	4,517	5,000	6,343	5,000	6,712	5,000	6,882	5,000	6,744
Pant Dama	5,100	5,469	5,100	4,483	5,100	7,268	5,100	7,129	5,100	7,280	5,100	7,054
Pant Niño	1,450	1,764	1,450	864	1,450	1,156	1,450	1,590	1,450	1,773	1,450	2,055
Pant Niña	1,201	1,777	1,201	1,666	1,201	1,583	1,201	1,901	1,201	2,023	1,201	1,895
Ber Hombre	407	369	407	486	407	457	407	643	407	628	407	435
Ber Dama	350	343	350	426	350	475	350	469	350	508	350	444
Ber Niño	263	561	263	448	263	530	263	640	263	678	263	423
Ber Niña	8	363	8	363	8	422	8	540	8	824	8	480
Braga Dama	265	442	265	388	265	258	265	542	265	673	265	244
Braga Niño	5	408	5	248	5	360	5	275	5	265	5	261
Braga Niña	174	415	174	450	174	327	174	427	174	678	174	311
Falda Dama	403	390	403	358	403	445	403	549	403	710	403	496
Falda Niña	4	557	4	614	4	585	4	786	4	831	4	374
Cam Hombre	1,019	844	1,019	941	1,019	4,140	1,019	3,525	1,019	4,325	1,019	3,810
Cam Niño	256	499	256	939	256	1,120	256	1,452	256	1,582	256	1,261
Blusa Dama	677	370	677	1,290	677	1,331	677	1,395	677	1,127	677	1,078
Blusa Niña	308	248	308	756	308	677	308	938	308	484	308	448
TOTAL	16,890	19,867	16,890	19,237	16,890	27,477	16,890	29,513	16,890	31,271	16,890	27,813

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20. Inventario - dato óptimo año 2005. Hoja 2/2

Estilos	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.		Unid Fab.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	5,000	6,286	5,000	7,892	5,000	9,051	5,000	9,941	5,000	9,359	5,000	4,941
Pant Dama	5,100	7,465	5,100	9,890	5,100	10,898	5,100	12,480	5,100	11,181	5,100	6,362
Pant Niño	1,450	1,309	1,450	2,314	1,450	3,108	1,450	3,464	1,450	2,972	1,450	1,292
Pant Niña	1,201	1,909	1,201	3,150	1,201	4,399	1,201	4,271	1,201	9,058	1,201	1,477
Ber Hombre	407	578	407	779	407	1,098	407	1,368	407	1,565	407	786
Ber Dama	350	382	350	675	350	920	350	663	350	1,119	350	514
Ber Niño	263	455	263	634	263	696	263	719	263	740	263	588
Ber Niña	8	365	8	466	8	683	8	750	8	753	8	308
Braga Dama	265	266	265	961	265	1,087	265	1,219	265	1,082	265	508
Braga Niño	5	305	5	512	5	457	5	539	5	513	5	436
Braga Niña	174	389	174	505	174	533	174	723	174	680	174	421
Falda Dama	403	714	403	1,001	403	860	403	1,442	403	1,699	403	673
Falda Niña	4	564	4	1,047	4	974	4	1,256	4	1,284	4	394
Cam Hombre	1,019	3,432	1,019	5,162	1,019	5,861	1,019	5,110	1,019	3,712	1,019	1,660
Cam Niño	256	1,338	256	2,104	256	2,678	256	3,421	256	1,904	256	543
Blusa Dama	677	928	677	1,586	677	1,964	677	3,025	677	4,211	677	1,091
Blusa Niña	308	288	308	1,050	308	1,035	308	1,248	308	1,124	308	797

Fuente: Elaboración propia



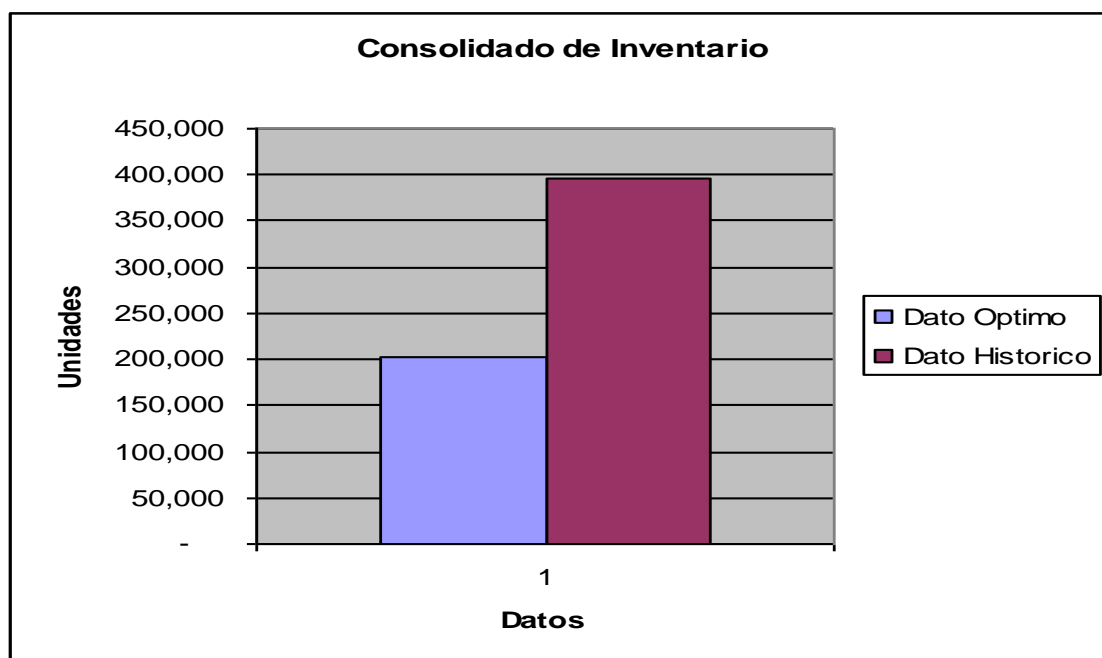
Gráfica 6. Inventario - dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21. Inventario dato óptimo e histórico

Estilos	Total		
	Unid Fab.		
	Optimo	2005	% Disminución
Pant Hombre	60,000	83,716	28%
Pant Dama	61,200	96,959	37%
Pant Niño	17,400	23,661	26%
Pant Niña	14,412	35,109	59%
Ber Hombre	4,884	9,192	47%
Ber Dama	4,200	6,938	39%
Ber Niño	3,156	7,112	56%
Ber Niña	96	6,317	98%
Braga Dama	3,180	7,670	59%
Braga Niño	60	4,579	99%
Braga Niña	2,088	5,859	64%
Falda Dama	4,836	9,337	48%
Falda Niña	48	9,266	99%
Cam Hombre	12,228	42,522	71%
Cam Niño	3,072	18,841	84%
Blusa Dama	8,124	19,396	58%
Blusa Niña	3,696	9,093	59%
TOTAL	202,680	395,567	49%

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 7. Consolidado de inventario dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan los inventarios de productos por meses para cada familia obtenidos por el modelo en Gams.

VAR Iph1	.	5000.000	+INF	.
VAR Ipd1	.	5100.000	+INF	.
VAR Ipo1	.	1450.000	+INF	.
VAR Ipa1	.	1201.000	+INF	.
VAR Ibh1	.	407.000	+INF	.
VAR Ibd1	.	350.000	+INF	.
VAR Ibo1	.	263.000	+INF	.
VAR Iba1	.	8.000	+INF	.
VAR Igd1	.	265.000	+INF	.
VAR Igo1	.	5.000	+INF	.
VAR Iga1	.	174.000	+INF	.
VAR Ifd1	.	403.000	+INF	.
VAR Ifa1	.	4.000	+INF	.
VAR Ich1	.	1019.000	+INF	.
VAR Ico1	.	256.000	+INF	.
VAR Isd1	.	677.000	+INF	.
VAR Isa1	.	308.000	+INF	.

Los anteriores cuadros y gráficas muestran los datos óptimos e históricos de los inventarios para cada familia de productos por meses; de igual forma se presenta un consolidado del año 2005

Al realizar un análisis exhaustivo en las cifras de los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático con los del año 2005 de cada una de las familias de productos en los diferentes meses del año, se concluye, que la Empresa, estaba incurriendo en un manejo de inventario innecesario.

- Análisis por mes: Al analizar la familia de producto de Pantalón de Hombre en el mes de Enero 2005, se observa que el valor óptimo de inventario obtenido por el modelo matemático es de 5.000 unidades y los datos históricos de la Empresa, muestran un valor de 5.048 unidades. Teniendo en inventario

48 unidades innecesarias que equivalen al 1% para el caso en estudio. Ver Cuadro 20.

- **Análisis por año:** Al analizar los datos consolidados de la familia de productos de pantalón de hombre al final del periodo se observa que el valor óptimo de inventario obtenido por el modelo matemático es de 60.000 unidades y los datos históricos de la Empresa, muestran un inventario de 83.716 unidades para el año 2005. Teniendo en inventario 23.716 unidades innecesarias que equivalen al 28% para el caso en estudio. Ver Cuadro 21.
- **Análisis consolidado:** Al analizar los datos consolidados del año 2005 para todas las familias de productos se observa que el valor óptimo de inventario obtenido por el modelo matemático es de 192.887 unidades y los datos históricos de la Empresa, muestran un inventario de 395.567 unidades para el año 2005. Teniendo en inventario 192.887 unidades innecesarias que equivalen al 49% para el caso en estudio. Ver Cuadro 21.
- **Prueba T Pariada:** Para comprobar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se realiza una prueba T Pariada; para analizar los datos consolidados de los inventarios para el año 2005 con los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático.

Se selecciona la prueba T Pariada para el análisis, dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que el factor de familia de productos no haga parte del análisis. Se procede a tratar el factor familia como bloque y a analizar únicamente el factor de inventario. El análisis se hace únicamente con las cantidades consolidadas. Ver Cuadro 21.

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Ho: Inventario de los datos históricos sean iguales a los Inventarios obtenidos por el modelo matemático.

H1: Inventario de los datos históricos sea diferente a los Inventarios obtenidos por el modelo matemático.

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de Ho:

Computed t statistic = -4.56114

P-Value = 0.000320421

Reject the null hypothesis for alpha = 0.05.

Por lo tanto, Ho, se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de confianza del 95% que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población de los inventarios, de los datos históricos con las unidades óptimas obtenidas del modelo matemático.

De acuerdo con lo anterior, y dado que se rechaza la hipótesis nula (Ho) por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos de Programación de Producción arrojados por el modelo matemático, conducirá a una reducción mayor de costos de producción.

5.6 COSTO DE INVENTARIO

A continuación se presentan los datos obtenidos de costo de inventarios durante el año 2005 y los datos obtenidos del modelo matemático.

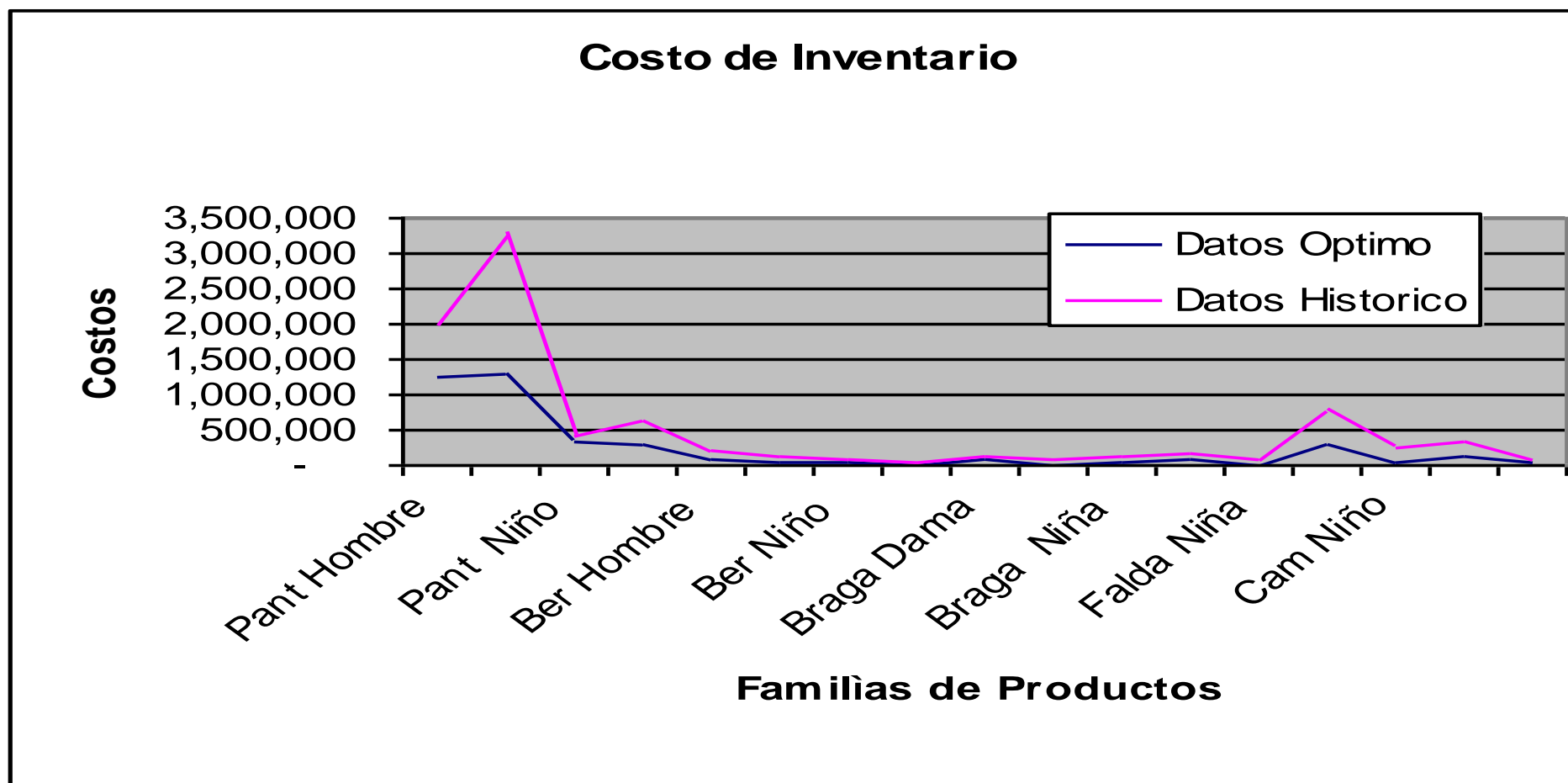
Cuadro 22. Costo de inventario - dato óptimo e histórico. Hoja 1/2

Estilos	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
	Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	105,238	119,511	105,238	106,939	105,238	150,170	105,238	158,906	105,238	162,931	105,238	159,663
Pant Dama	107,547	185,066	107,547	151,701	107,547	245,943	107,547	241,239	107,547	246,349	107,547	238,701
Pant Niño	26,194	29,643	26,194	14,519	26,194	19,426	26,194	26,719	26,194	29,794	26,194	34,533
Pant Niña	25,204	32,552	25,204	30,519	25,204	28,999	25,204	34,824	25,204	37,059	25,204	34,714
Ber Hombre	6,943	8,726	6,943	11,493	6,943	10,807	6,943	15,206	6,943	14,851	6,943	10,287
Ber Dama	5,128	5,664	5,128	7,035	5,128	7,844	5,128	7,745	5,128	8,389	5,128	7,332
Ber Niño	3,628	5,608	3,628	4,479	3,628	5,298	3,628	6,398	3,628	6,778	3,628	4,229
Ber Niña	104	3,339	104	3,339	104	3,882	104	4,967	104	7,580	104	4,415
Braga Dama	5,723	6,516	5,723	5,720	5,723	3,804	5,723	7,991	5,723	9,922	5,723	3,597
Braga Niño	105	7,926	105	4,818	105	6,994	105	5,343	105	5,148	105	5,071
Braga Niña	3,828	8,170	3,828	8,859	3,828	6,438	3,828	8,406	3,828	13,348	3,828	6,123
Falda Dama	6,875	6,532	6,875	5,996	6,875	7,453	6,875	9,195	6,875	11,892	6,875	8,308
Falda Niña	66	6,158	66	6,788	66	6,467	66	8,689	66	9,187	66	4,135
Cam Hombre	24,392	15,420	24,392	17,192	24,392	75,638	24,392	64,402	24,392	79,018	24,392	69,609
Cam Niño	4,972	6,150	4,972	11,572	4,972	13,803	4,972	17,894	4,972	19,496	4,972	15,540
Blusa Dama	11,914	6,027	11,914	21,014	11,914	21,682	11,914	22,725	11,914	18,359	11,914	17,561
Blusa Niña	3,566	2,673	3,566	8,148	3,566	7,297	3,566	10,110	3,566	5,216	3,566	4,828
TOTAL	341,427	455,683	341,427	420,132	341,427	621,944	341,427	650,759	341,427	685,317	341,427	628,646

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Costo de inventario - dato óptimo e histórico. Hoja 2/2

Estilos	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.		Costos de Prod.	
	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005	Óptimo	2005
Pant Hombre	105,238	148,820	105,238	186,842	105,238	214,281	105,238	235,352	105,238	221,573	105,238	116,978
Pant Dama	107,547	252,609	107,547	334,669	107,547	368,779	107,547	422,312	107,547	378,355	107,547	215,285
Pant Niño	26,194	21,997	26,194	38,886	26,194	52,229	26,194	58,211	26,194	49,943	26,194	21,711
Pant Niña	25,204	34,970	25,204	57,704	25,204	80,584	25,204	78,239	25,204	165,931	25,204	27,057
Ber Hombre	6,943	13,669	6,943	18,422	6,943	25,966	6,943	32,351	6,943	37,010	6,943	18,588
Ber Dama	5,128	6,308	5,128	11,147	5,128	15,193	5,128	10,949	5,128	18,480	5,128	8,488
Ber Niño	3,628	4,549	3,628	6,338	3,628	6,958	3,628	7,188	3,628	7,398	3,628	5,878
Ber Niña	104	3,358	104	4,287	104	6,283	104	6,899	104	6,927	104	2,833
Braga Dama	5,723	3,922	5,723	14,168	5,723	16,026	5,723	17,972	5,723	15,952	5,723	7,489
Braga Niño	105	5,925	105	9,947	105	8,878	105	10,471	105	9,966	105	8,470
Braga Niña	3,828	7,658	3,828	9,942	3,828	10,493	3,828	14,234	3,828	13,387	3,828	8,288
Falda Dama	6,875	11,959	6,875	16,766	6,875	14,404	6,875	24,153	6,875	28,457	6,875	11,272
Falda Niña	66	6,235	66	11,575	66	10,768	66	13,885	66	14,195	66	4,356
Cam Hombre	24,392	62,703	24,392	94,310	24,392	107,080	24,392	93,360	24,392	67,818	24,392	30,328
Cam Niño	4,972	16,489	4,972	25,929	4,972	33,003	4,972	42,160	4,972	23,464	4,972	6,692
Blusa Dama	11,914	15,117	11,914	25,836	11,914	31,994	11,914	49,277	11,914	68,597	11,914	17,772
Blusa Niña	3,566	3,104	3,566	11,317	3,566	11,155	3,566	13,451	3,566	12,114	3,566	8,590
TOTAL	341,427	619,393	341,427	878,084	341,427	1,014,074	341,427	1,130,463	341,427	1,139,568	341,427	520,076



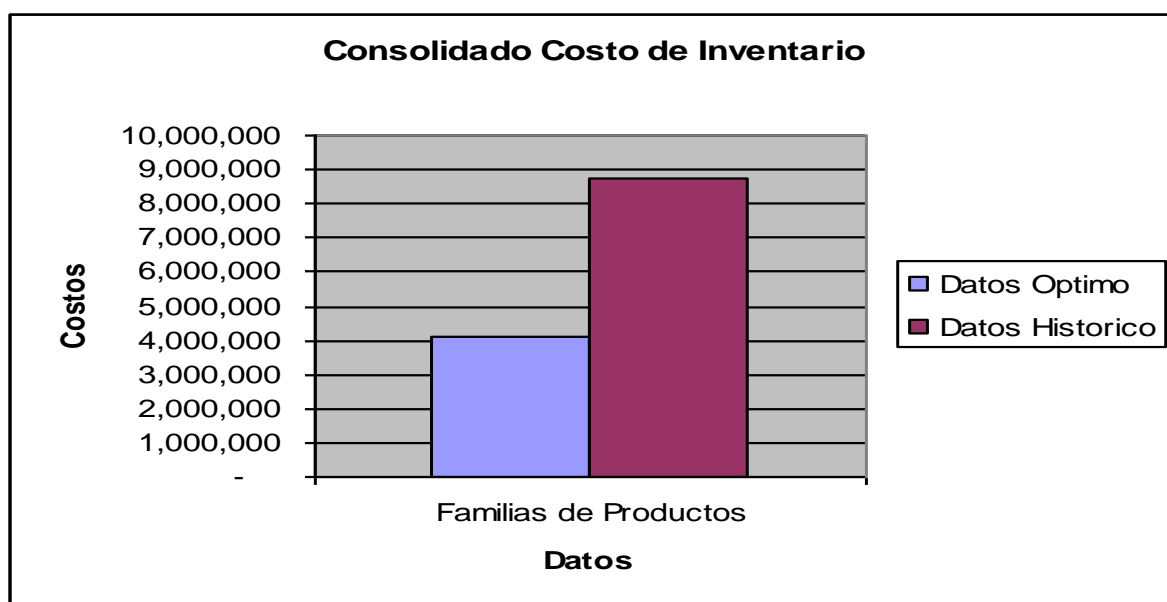
Gráfica 8. Costo de inventario - dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 23. Consolidado costo de inventario - dato óptimo e histórico

Estilos	Total		
	Costos de Inventario		
	Optimo	2005	% Disminución
Pant Hombre	1,262,860	1,981,966	36%
Pant Dama	1,290,565	3,281,009	61%
Pant Niño	314,327	397,612	21%
Pant Niña	302,444	643,153	53%
Ber Hombre	83,312	217,375	62%
Ber Dama	61,538	114,577	46%
Ber Niño	43,539	71,097	39%
Ber Niña	1,248	58,109	98%
Braga Dama	68,673	113,079	39%
Braga Niño	1,260	88,959	99%
Braga Niña	45,936	115,346	60%
Falda Dama	82,499	156,389	47%
Falda Niña	794	102,438	99%
Cam Hombre	292,706	776,877	62%
Cam Niño	59,664	232,192	74%
Blusa Dama	142,963	315,961	55%
Blusa Niña	42,796	98,003	56%
TOTAL	4,097,125	8,764,141	53%

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 9. Consolidado costo de inventario - dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración propia

Los anteriores cuadros y gráficas muestran los datos óptimos e históricos de los Costos de Inventario para cada familia de productos por meses; de igual forma se presenta un consolidado de todo el año.

Al realizar un análisis exhaustivo en las cifras de los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático con los datos históricos de cada una de las familias de productos en los diferentes meses del año, se concluye que la Empresa, incurrió en costos de inventarios innecesarios al mantener productos que no necesitaba en determinado mes y al final del periodo.

- Análisis por mes: Al analizar la familia de producto de Pantalón de Hombre en el mes de Enero/2005, se observa que el valor óptimo de costo de inventario obtenido por el modelo matemático es de \$105.238 pesos para este mes y los datos históricos de la Empresa, muestran unos costos de inventario de \$119.511 pesos; generando unos costos de inventario innecesarios de \$14.273 pesos que equivalen al 11.94%. Ver Cuadro 22.
- Análisis por año: Al analizar los datos consolidados de la familia de productos de pantalón de hombre al final del periodo del año 2005, se observa que el valor óptimo de costo de inventario obtenido por el modelo matemático es \$1.262.860 pesos y los datos históricos de la Empresa, muestran unos costos de inventario de \$1.981.966 pesos. Generando unos costos de inventario innecesarios de \$719.106 pesos que equivalen al 36%. Ver Cuadro 23.
- - Análisis consolidado: Al analizar los datos consolidados de todas las familias de productos del año 2005, se observa que el valor óptimo de costo de inventario obtenido por el modelo matemático es de \$4.097.125 pesos y los datos históricos de la Empresa, muestran unos costos de inventario de \$8.764.141 pesos, generando unos costos de inventario innecesarios de \$4.667.016 pesos que equivalen al 53%. Ver Cuadro 23.
- Prueba T Pariada: Para comprobar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se realiza una prueba T Pariada. Se selecciona esta prueba dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que

el factor de familia de productos no haga parte del análisis. Se procede a tratar el factor familia como bloque y a analizar únicamente el factor de costos de inventario. El análisis se hace únicamente con las cantidades consolidadas. Ver Cuadro 23.

Planteamiento de la hipótesis:

$$\begin{aligned}H_0: & \mu_1 = \mu_2 \\H_a: & \mu_1 \neq \mu_2\end{aligned}$$

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Ho: Los costos de inventario de los datos históricos sean iguales a los Costos de Inventario obtenidos del modelo matemático.

H1: Los costos de inventario de los datos históricos sean diferentes a los Costos de Inventario obtenidos del modelo matemático.

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de Ho:

Computed t statistic = -2.36247

P-Value = 0.031157

Reject the null hypothesis for alpha = 0.05

Por lo tanto, Ho, se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente con un nivel de confianza del 95%, para afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población de los Costos de Inventario de los datos históricos con los datos obtenidos del modelo matemático.

De acuerdo con lo anterior y dado a que se rechaza la hipótesis nula (Ho) por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos de costos de

inventario arrojados por el modelo matemático, conducirá a una reducción mayor de costos de producción.

5.7 COSTO DE MANTENER INVENTARIO

A continuación se presentan los datos de costos de mantener inventarios obtenidos durante el año 2005 y los datos óptimos obtenidos del modelo matemático.

Cuadro 24: Costo de mantener inventario - dato óptimo e histórico. Hoja 1/2

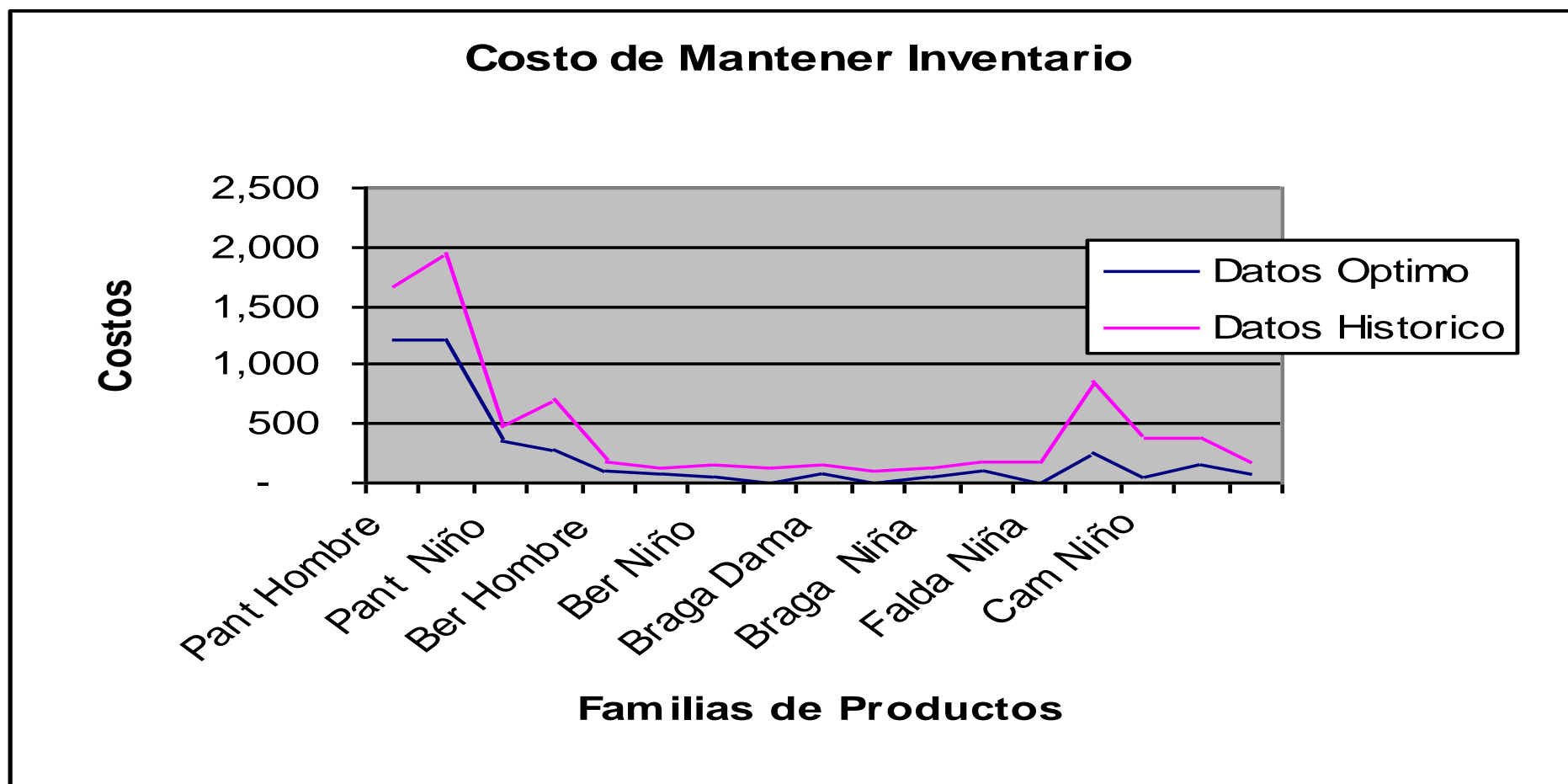
Estilos	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
	Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	100	101	100	90	100	127	100	134	100	138	100	135
Pant Dama	102	109	102	90	102	145	102	143	102	146	102	141
Pant Niño	29	35	29	17	29	23	29	32	29	35	29	41
Pant Niña	24	36	24	33	24	32	24	38	24	40	24	38
Ber Hombre	8	7	8	10	8	9	8	13	8	13	8	9
Ber Dama	7	7	7	9	7	10	7	9	7	10	7	9
Ber Niño	5	11	5	9	5	11	5	13	5	14	5	8
Ber Niña	0	7	0	7	0	8	0	11	0	16	0	10
Braga Dama	5	9	5	8	5	5	5	11	5	13	5	5
Braga Niño	0	8	0	5	0	7	0	6	0	5	0	5
Braga Niña	3	8	3	9	3	7	3	9	3	14	3	6
Falda Dama	8	8	8	7	8	9	8	11	8	14	8	10
Falda Niña	0	11	0	12	0	12	0	16	0	17	0	7
Cam Hombre	20	17	20	19	20	83	20	71	20	87	20	76
Cam Niño	5	10	5	19	5	22	5	29	5	32	5	25
Blusa Dama	14	7	14	26	14	27	14	28	14	23	14	22
Blusa Niña	6	5	6	15	6	14	6	19	6	10	6	9
TOTAL	338	397	338	385	338	550	338	590	338	625	338	556

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24: Costo de mantener inventario - dato óptimo e histórico. Hoja 2/2

Estilos	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.		Costos de Inv.	
	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005	Optimo	2005
Pant Hombre	100	126	100	158	100	181	100	199	100	187	100	99
Pant Dama	102	149	102	198	102	218	102	250	102	224	102	127
Pant Niño	29	26	29	46	29	62	29	69	29	59	29	26
Pant Niña	24	38	24	63	24	88	24	85	24	181	24	30
Ber Hombre	8	12	8	16	8	22	8	27	8	31	8	16
Ber Dama	7	8	7	14	7	18	7	13	7	22	7	10
Ber Niño	5	9	5	13	5	14	5	14	5	15	5	12
Ber Niña	0	7	0	9	0	14	0	15	0	15	0	6
Braga Dama	5	5	5	19	5	22	5	24	5	22	5	10
Braga Niño	0	6	0	10	0	9	0	11	0	10	0	9
Braga Niña	3	8	3	10	3	11	3	14	3	14	3	8
Falda Dama	8	14	8	20	8	17	8	29	8	34	8	13
Falda Niña	0	11	0	21	0	19	0	25	0	26	0	8
Cam Hombre	20	69	20	103	20	117	20	102	20	74	20	33
Cam Niño	5	27	5	42	5	54	5	68	5	38	5	11
Blusa Dama	14	19	14	32	14	39	14	61	14	84	14	22
Blusa Niña	6	6	6	21	6	21	6	25	6	22	6	16
TOTAL	338	539	338	795	338	926	338	1,033	338	1,059	338	456

Fuente: Elaboración propia



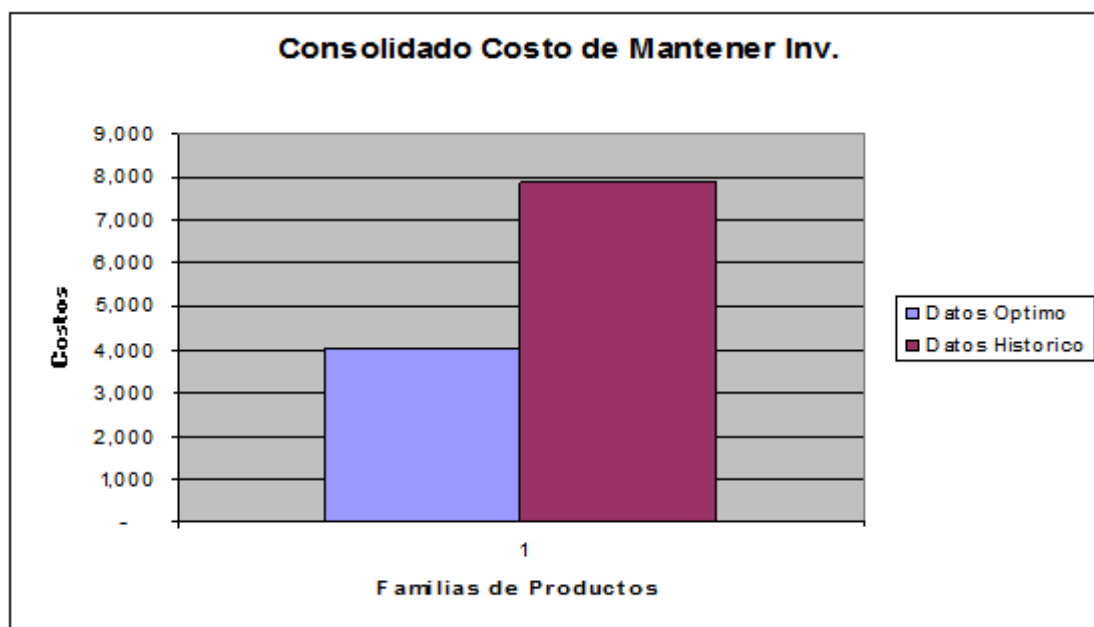
Gráfica 10. Costo de mantener inventario - dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25. Consolidado costo de mantener inventario - dato óptimo e histórico.

Estilos	Total		
	Costos de Inv.		
	Optimo	2005	% Disminución
Pant Hombre	1,200	1,674	28%
Pant Dama	1,224	1,939	37%
Pant Niño	348	473	26%
Pant Niña	288	702	59%
Ber Hombre	98	184	47%
Ber Dama	84	139	39%
Ber Niño	63	142	56%
Ber Niña	2	126	98%
Braga Dama	64	153	59%
Braga Niño	1	92	99%
Braga Niña	42	117	64%
Falda Dama	97	187	48%
Falda Niña	1	185	99%
Cam Hombre	245	850	71%
Cam Niño	61	377	84%
Blusa Dama	162	388	58%
Blusa Niña	74	182	59%
TOTAL	4,054	7,911	49%

Fuente: Elaboración propia



Grafica 11. Consolidado costo de mantener inventario - dato óptimo e histórico

Fuente: Elaboración propia.

Los cuadros y gráficas anteriores muestran los datos óptimos e históricos de los Costos de Mantener Inventario para cada familia de productos por meses; de igual forma se presenta un consolidado de todo el año.

Al realizar un análisis exhaustivo en las cifras de los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático con los históricos de cada una de las familias de productos en los diferentes meses del año se concluye; que la Empresa, incurrió en costo de mantener inventario ocioso al producir productos que no necesitaba en determinado mes y al final del periodo.

- **Análisis por mes:** Al analizar la familia de producto de Pantalón de Hombre en el mes de Enero 2005, se puede observar que el valor óptimo de mantener inventario, obtenido del modelo matemático es de \$100 pesos para este mes y los datos históricos de la empresa muestran unos costos de \$101 pesos. Generando un aumento en los costos de mantener inventario de \$1 pesos de recursos de la Empresa, innecesarios que equivalen al 1%. Ver Cuadro 24.

- **Análisis por año:** Al analizar los datos consolidados de la familia de productos de pantalón de hombre al final del periodo del año 2005, se observa que el valor óptimo de mantener inventario obtenido por el modelo matemático es \$1.200 pesos y los datos históricos de la Empresa, muestran unos costos de \$1.674 pesos; generando un aumento en los costos de mantener inventario de \$474 pesos de recursos de la Empresa, innecesarios que equivalen al 28%. Ver Cuadro 25.

- **Análisis consolidado:** Al analizar los datos consolidados de todas las familias de productos del año 2005, se puede observar que el valor óptimo de mantener inventario obtenido por el modelo matemático es de \$4.054 pesos y los datos históricos de la Empresa, muestran unos costos de \$7.911 pesos; generando un aumento en los costos de mantener inventario de \$3.857 pesos de recursos de la Empresa, innecesarios que equivalen al 49%. Ver Cuadro 25.

- Prueba T Pariada: Para probar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se realiza una prueba T Pariada; se selecciona esta prueba dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que el factor de familia de productos no haga parte del análisis; por lo cual se procede a tratar el factor familia como bloque y a analizar únicamente el factor de costos de mantener inventario.

El análisis se realiza con los datos consolidados de costos de mantener inventario del año 2005, con los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático. Ver Cuadro 25.

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Ho: Los costos de mantener inventario de los datos históricos sean iguales a los costos de mantener inventario óptimo obtenido del modelo matemático.

H1: Los costos de mantener inventario de los datos históricos sean diferentes a los costos de mantener inventario óptimo obtenido del modelo matemático.

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de Ho:

Computed t statistic = -4.56091

P-Value = 0.000320573

Reject the null hypothesis for alpha = 0.05

Por lo tanto, Ho, se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente con un nivel de confianza del 95% para afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población de los Costos de

Mantener Inventario de los datos históricos con los datos óptimos obtenidos del modelo matemático.

De acuerdo con lo anterior y dado que se rechaza la hipótesis nula (H_0) por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos óptimos de costos de mantener inventario arrojados por el modelo matemático, conducirá a una reducción mayor de los costos de producción.

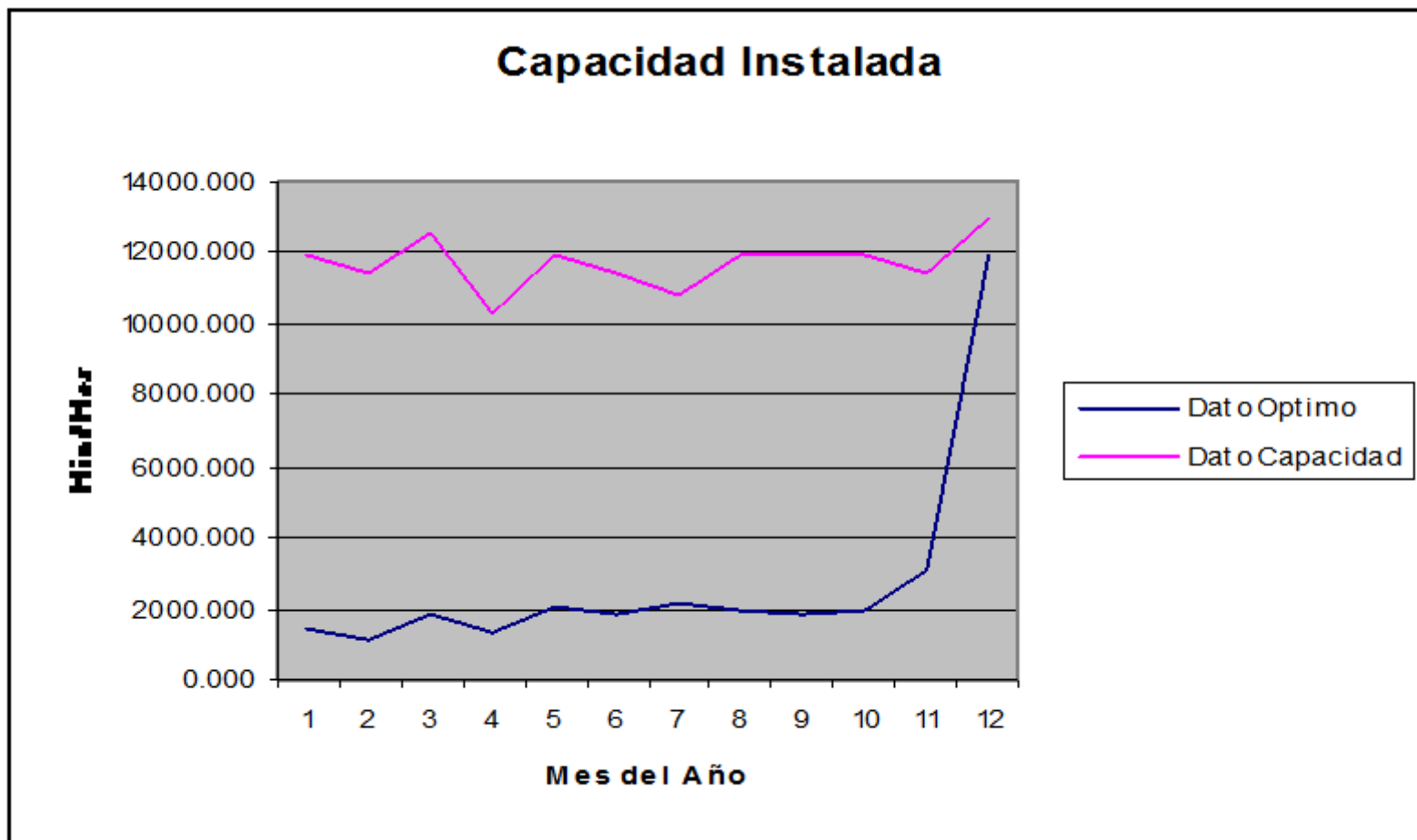
5.8 CAPACIDAD INSTALADA

A continuación se presentan los datos de capacidad instalada que tiene la planta de fabricación y los datos de requerimientos en min/mes.

Cuadro 26. Capacidad instalada - dato óptimo y capacidad.

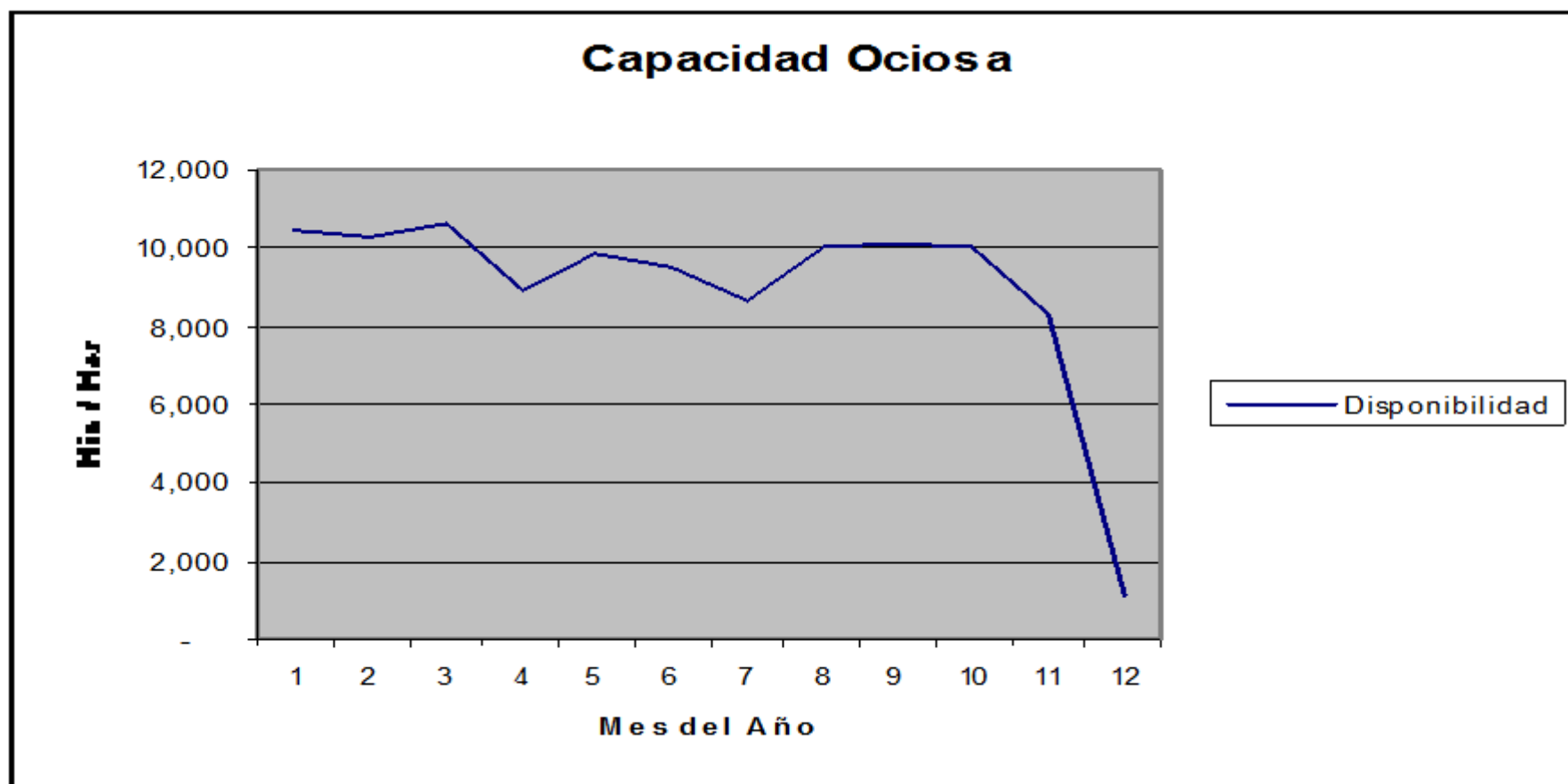
		Resultado Min/Mes			
		Req	Capacidad	t Ocioso	% Disminución
T prod 1		1,470	11,970	10,500	87.72%
T prod 2		1,118	11,400	10,282	90.19%
T prod 3		1,892	12,540	10,648	84.91%
T prod 4		1,362	10,260	8,898	86.73%
T prod 5		2,079	11,970	9,891	82.63%
T prod 6		1,877	11,400	9,523	83.54%
T prod 7		2,209	10,830	8,621	79.61%
T prod 8		1,947	11,970	10,023	83.73%
T prod 9		1,876	11,970	10,095	84.33%
T prod 10		1,975	11,970	9,995	83.50%
T prod 11		3,068	11,400	8,332	73.09%
T prod 12		11,908	13,000	1,092	8.40%

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 12. Capacidad instalada - dato óptimo y capacidad

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 13. Capacidad ociosa

Fuente: Elaboración propia.

El anterior cuadro y gráficas muestran los datos óptimos obtenidos del modelo matemático de capacidad instalada requeridos para fabricar los productos para cada uno de los meses.

Al realizar un análisis exhaustivo en las cifras de los datos óptimos obtenidos por el modelo matemático con los datos de capacidad instalada, se concluye; que la Empresa, incurrió en costos de capacidad instalada innecesarios, al instalar y mantener una planta de fabricación con una capacidad mayor al requerimiento de la Empresa.

- Análisis por mes: Al realizar un análisis a la capacidad instalada de fabricación para el mes 1, se observa que los datos óptimo obtenido del modelo matemático es de 1.470,060 min./mes y los datos de capacidad instalada de la fábrica es de 11.970 min./mes; generando una capacidad instalada y de mantenimiento ociosa de fabricación de 10.500 min./mes, lo que equivale al 87.72%. Ver Cuadro 26.

La disponibilidad de fabricación ociosa que tiene la planta, está basada en proyecciones de ventas a nivel local y de exportaciones que tenía presupuestada la Empresa, en años anteriores. La Empresa, proyectaba instalar almacenes en diferentes zonas del país e incursionar exportando a países vecinos como Venezuela, Ecuador, Perú y de Centro América a través de Costa Rica. En esta línea se incursiona con el proyecto, pero se cometen errores de estudio de mercado por falta de experiencia. Por lo anterior, la planta se instala presupuestando la fabricación de altos volúmenes. A partir de esos intentos la Empresa, ha estado financiando los costos ociosos de instalación y mantenimiento de la planta de fabricación.

5.9 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

A continuación se realizará un análisis de sensibilidad a las variables que hacen parte de la función de minimización: Costo de Producción y Costo de Inventario en pesos; de igual forma a la restricción de Demanda en unidades.

Para realizar el análisis de sensibilidad se tomaran los datos óptimos obtenidos del modelo matemático y se estudiarán con el peor y mejor escenario que se presentaron de los datos en estudio durante el año 2006.

5.9.1 Costo de producción. A continuación se presenta un análisis de los datos óptimo obtenido por el modelo matemático, con los datos registrados durante el año 2006 con las cifras en el peor y mejor escenario.

Cuadro 27: Costo de producción. Escenario peor - óptimo - mejor. Hoja 1/4

Estilos	Ene			Feb			Mar		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	18,238	17,503	16,803	13,889	13,329	12,796	23,926	22,961	22,043
Pant Dama	24,779	23,644	22,580	18,811	17,949	17,142	30,843	29,430	28,106
Pant Niño	3,946	3,780	3,602	3,018	2,891	2,755	5,541	5,308	5,058
Pant Niña	4,358	4,155	3,955	3,346	3,189	3,036	6,461	6,159	5,864
Ber Hombre	1,238	1,181	1,134	944	901	865	1,650	1,575	1,512
Ber Dama	829	797	764	628	604	578	987	949	909
Ber Niño	1,038	988	944	796	759	724	1,530	1,457	1,391
Ber Niña	308	295	280	238	228	217	508	486	462
Braga Dama	685	660	632	518	499	478	787	758	726
Braga Niño	197	189	181	151	146	140	173	167	160
Braga Niña	1,212	1,167	1,116	936	901	862	1,953	1,880	1,799
Falda Dama	1,689	1,622	1,554	1,282	1,232	1,180	2,218	2,131	2,041
Falda Niña	500	477	453	384	366	348	738	705	669
Cam Hombre	5,960	5,736	5,507	4,494	4,326	4,153	6,584	6,336	6,083
Cam Niño	911	874	834	705	676	645	1,502	1,440	1,375
Blusa Dama	1,299	1,245	1,195	973	933	896	1,256	1,205	1,156
Blusa Niña	836	800	756	631	604	571	941	901	851
TOTAL	68,023	65,113	62,292	51,745	49,532	47,385	87,599	83,847	80,206

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 27: Costo de producción. Escenario peor - óptimo - mejor. Hoja 2/4

Estilos	Abr			May			Jun		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	16,934	16,252	15,602	26,040	24,991	23,991	23,443	22,498	21,598
Pant Dama	22,936	21,886	20,901	34,519	32,938	31,456	31,295	29,862	28,518
Pant Niño	3,680	3,524	3,359	5,823	5,577	5,315	5,194	4,975	4,741
Pant Niña	4,079	3,888	3,702	6,607	6,299	5,996	5,850	5,577	5,310
Ber Hombre	1,151	1,098	1,054	1,781	1,700	1,632	1,600	1,527	1,466
Ber Dama	766	736	705	1,132	1,088	1,043	1,032	993	951
Ber Niño	971	925	883	1,569	1,494	1,427	1,390	1,324	1,265
Ber Niña	290	278	264	494	472	449	431	412	391
Braga Dama	631	608	583	920	887	849	843	812	778
Braga Niño	181	175	167	236	227	217	229	220	211
Braga Niña	1,141	1,098	1,051	1,918	1,846	1,767	1,679	1,616	1,547
Falda Dama	1,566	1,504	1,441	2,413	2,318	2,221	2,168	2,083	1,995
Falda Niña	468	447	424	757	722	686	670	640	608
Cam Hombre	5,480	5,275	5,064	7,871	7,575	7,272	7,248	6,976	6,697
Cam Niño	859	824	787	1,459	1,399	1,336	1,274	1,221	1,166
Blusa Dama	1,187	1,138	1,092	1,623	1,556	1,494	1,520	1,457	1,399
Blusa Niña	769	736	696	1,113	1,065	1,007	1,023	979	925
TOTAL	63,091	60,392	57,775	96,276	92,156	88,158	86,890	83,171	79,565

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 27: Costo de producción. Escenario peor – óptimo - mejor. Hoja 3/4

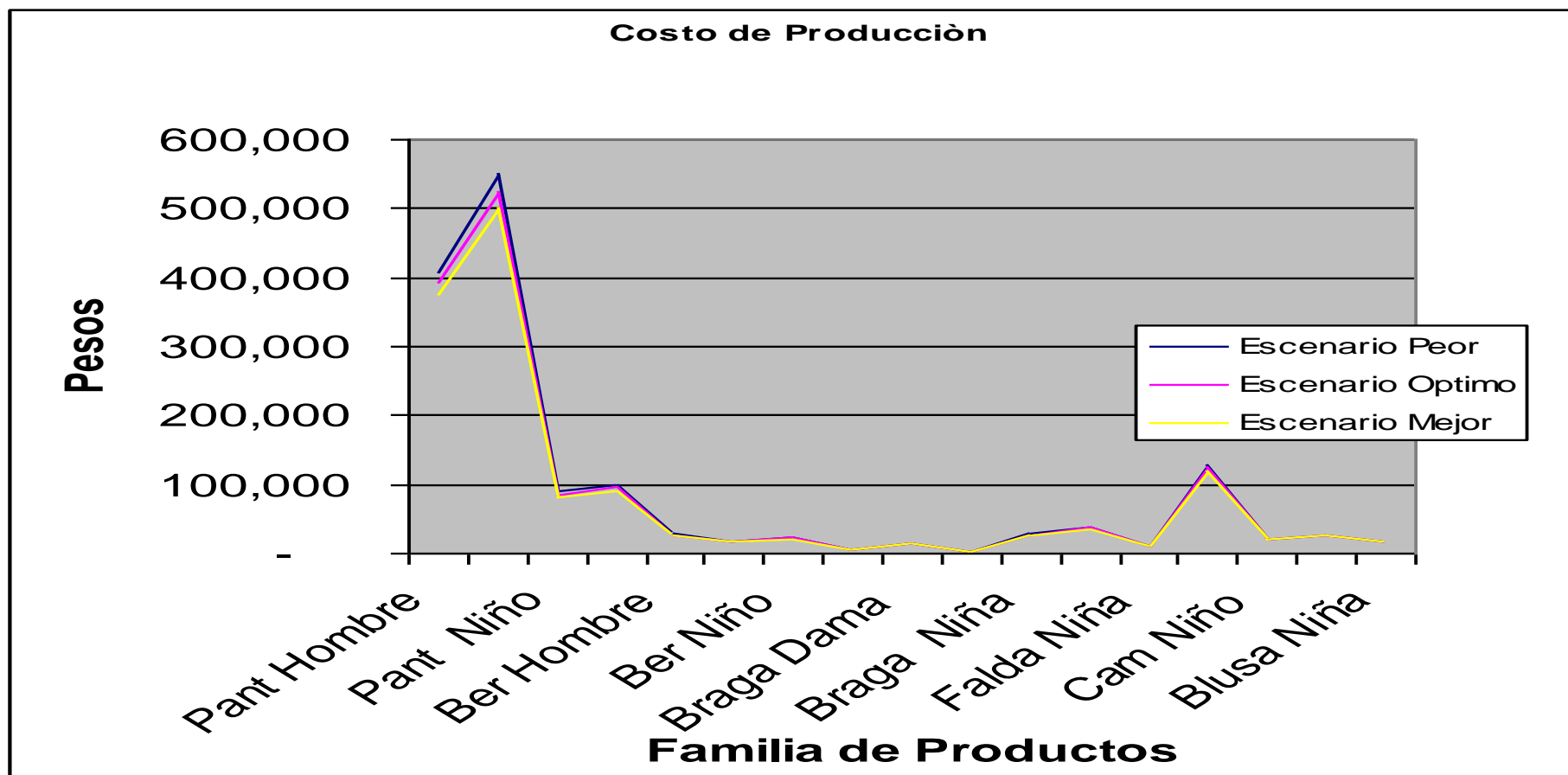
Estilos	Jul			Ago			Sep		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	27,638	26,524	25,463	24,507	23,519	22,578	23,451	22,506	21,606
Pant Dama	36,740	35,057	33,480	32,059	30,591	29,214	31,245	29,814	28,473
Pant Niño	6,157	5,898	5,620	5,573	5,339	5,088	5,209	4,990	4,755
Pant Niña	6,966	6,641	6,322	6,409	6,110	5,816	5,880	5,605	5,336
Ber Hombre	1,889	1,802	1,730	1,683	1,606	1,542	1,602	1,528	1,467
Ber Dama	1,208	1,161	1,112	1,039	999	957	1,029	989	948
Ber Niño	1,655	1,576	1,505	1,520	1,447	1,382	1,397	1,330	1,271
Ber Niña	517	495	470	491	470	447	435	416	395
Braga Dama	984	948	908	837	807	773	839	809	775
Braga Niño	270	260	249	199	192	184	224	215	206
Braga Niña	2,013	1,938	1,854	1,898	1,827	1,749	1,693	1,629	1,559
Falda Dama	2,549	2,449	2,346	2,273	2,183	2,091	2,171	2,085	1,997
Falda Niña	798	761	723	733	700	665	674	643	611
Cam Hombre	8,431	8,114	7,790	7,090	6,824	6,551	7,206	6,935	6,658
Cam Niño	1,530	1,467	1,401	1,452	1,392	1,330	1,285	1,232	1,177
Blusa Dama	1,750	1,678	1,611	1,413	1,354	1,300	1,504	1,442	1,384
Blusa Niña	1,191	1,140	1,077	1,008	964	911	1,017	973	920
TOTAL	102,286	97,909	93,663	90,186	86,325	82,579	86,861	83,144	79,538

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 27: Costo de producción. Escenario peor – óptimo - mejor. Hoja 4/4

Estilos	Oct			Nov			Dic		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	24,750	23,753	22,803	38,285	36,742	35,272	147,372	141,432	135,775
Pant Dama	32,734	31,235	29,829	51,297	48,947	46,745	201,937	192,688	184,017
Pant Niño	5,551	5,317	5,067	8,441	8,085	7,705	31,510	30,182	28,764
Pant Niña	6,314	6,019	5,730	9,471	9,028	8,595	34,455	32,846	31,269
Ber Hombre	1,694	1,617	1,552	2,610	2,491	2,391	9,978	9,521	9,140
Ber Dama	1,071	1,030	987	1,697	1,632	1,564	6,806	6,544	6,269
Ber Niño	1,499	1,427	1,363	2,252	2,144	2,048	8,214	7,823	7,471
Ber Niña	474	453	431	692	662	629	2,382	2,279	2,165
Braga Dama	870	838	803	1,390	1,339	1,283	5,651	5,444	5,215
Braga Niño	220	212	203	337	324	310	1,556	1,498	1,435
Braga Niña	1,840	1,771	1,694	2,701	2,600	2,488	9,422	9,068	8,678
Falda Dama	2,294	2,204	2,111	3,578	3,437	3,293	13,740	13,199	12,645
Falda Niña	723	690	655	1,086	1,036	984	3,957	3,776	3,587
Cam Hombre	7,425	7,146	6,860	11,977	11,527	11,066	49,424	47,569	45,666
Cam Niño	1,401	1,343	1,283	2,045	1,961	1,873	7,048	6,757	6,453
Blusa Dama	1,522	1,460	1,401	2,533	2,428	2,331	10,954	10,502	10,082
Blusa Niña	1,051	1,006	950	1,688	1,615	1,526	6,914	6,616	6,252
TOTAL	91,433	87,519	83,723	142,078	135,999	130,103	551,320	527,744	504,884

Fuente: Elaboración Propia



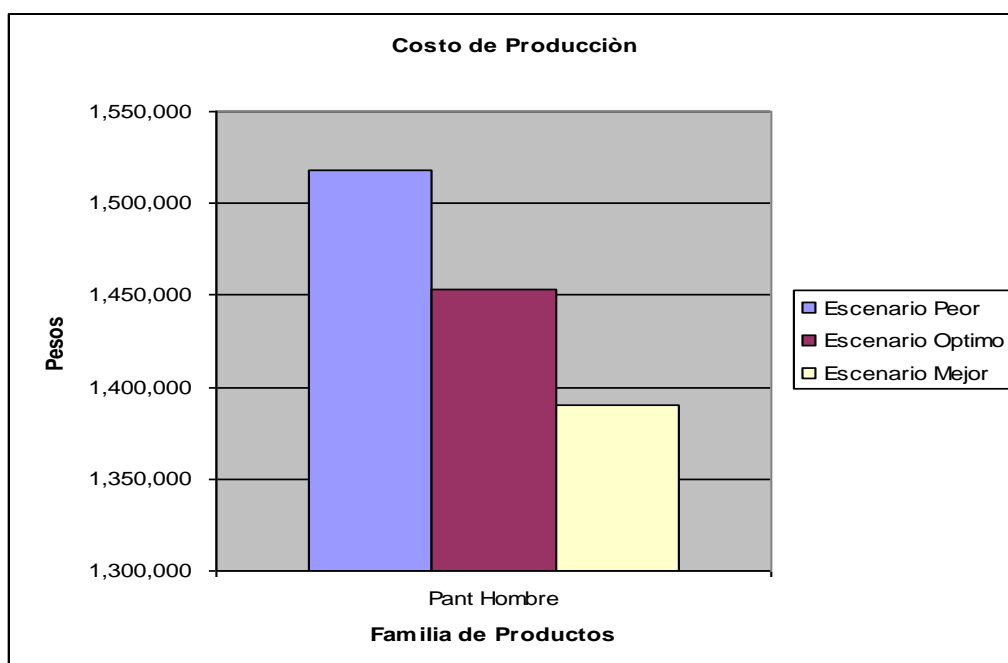
Gráfica 14. Costo de producción. Escenario peor – óptimo - mejor

Fuente: elaboración Propia

Cuadro 28. Consolidado costo de producción. Escenario peor – óptimo - mejor

Coto de Producción			Coto de Producción	
Escenario			% Sobre Optimo	
Peor	Optimo	Mejor	Peor	Mejor
408,473	392,009	376,329	4.2%	-4.2%
549,196	524,042	500,460	4.8%	-4.7%
89,643	85,865	81,829	4.4%	-4.9%
100,197	95,516	90,931	4.9%	-5.0%
27,822	26,547	25,486	4.8%	-4.2%
18,225	17,524	16,788	4.0%	-4.4%
23,830	22,696	21,674	5.0%	-4.7%
7,259	6,947	6,599	4.5%	-5.3%
14,955	14,408	13,803	3.8%	-4.4%
3,973	3,824	3,663	3.9%	-4.4%
28,407	27,341	26,165	3.9%	-4.5%
37,941	36,447	34,916	4.1%	-4.4%
11,488	10,962	10,414	4.8%	-5.3%
129,190	124,340	119,367	3.9%	-4.2%
21,471	20,586	19,660	4.3%	-4.7%
27,534	26,399	25,343	4.3%	-4.2%
18,182	17,399	16,442	4.5%	-5.8%
1,517,786	1,452,851	1,389,869	4.5%	-4.5%

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 15. Consolidado costo de producción. Escenario peor – óptimo - mejor

Fuente: Elaboración Propia

Los anteriores cuadros y gráficas muestran los datos de los tres Escenarios: Peor - Óptimo y Mejor de los costos de producción para cada familia de productos por meses; de igual forma se presenta un consolidado del año.

Al realizar un análisis exhaustivo en las cifras de los datos registrados de costos de producción durante el año 2.006 de los escenarios Peor y Mejor de cada una de las familias de productos en los diferentes meses del año, se concluye que los datos del mejor escenario conducirán a una mayor reducción de los costos de producción. Por tal motivo la empresa deberá dirigir sus estrategias en cumplir con los parámetros que le permitan mantenerse en el mejor escenario.

- Prueba T Pariada: Para comprobar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se lleva a cabo una prueba T Pariada; para analizar los datos consolidados de los costos de producción obtenidos de los escenarios Peor y Mejor.

Se selecciona la prueba T Pariada, para el análisis, dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que el factor de familia de productos no haga parte del análisis. Se procede a tratar el factor familia como bloque y se analiza únicamente el factor de los costos de producción de las cantidades consolidadas. Ver Cuadro 28.

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Ho: Costos de producción del peor escenario sean iguales a los costos de producción del mejor escenario.

H1: Costos de producción del peor escenario sean diferentes a los costos de producción del mejor escenario.

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de H_0 :

Computed t statistic = 2.37519

P-Value = 0.0303808

Reject the null hypothesis for alpha = 0.05

Por lo tanto, H_0 , se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente para afirmar con un nivel de confianza del 95% que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población de los costos de producción de los escenarios peor y mejor.

De acuerdo con lo anterior y dado que se rechaza la hipótesis nula (H_0), por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos de costos de producción del mejor escenario, conducirá a una reducción mayor en el costo total de los productos.

5.9.2 Costo de mantener inventario. A continuación se presenta un análisis de los datos de costo de mantener inventario obtenidos por el modelo matemático, con los datos registrados durante el año 2006 de las cifras en el peor y mejor escenario.

Cuadro 29. Costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo - mejor. Hoja 1/4

Estilos	Ene			Feb			Mar		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	150	100	100	150	100	100	150	100	100
Pant Dama	153	102	102	153	102	102	153	102	102
Pant Niño	44	29	29	44	29	29	44	29	29
Pant Niña	36	24	24	36	24	24	36	24	24
Ber Hombre	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Ber Dama	11	7	7	11	7	7	11	7	7
Ber Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Ber Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Dama	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Braga Niño	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Niña	5	3	3	5	3	3	5	3	3
Falda Dama	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Falda Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cam Hombre	31	20	20	31	20	20	31	20	20
Cam Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Blusa Dama	20	14	14	20	14	14	20	14	14
Blusa Niña	9	6	6	9	6	6	9	6	6
TOTAL	507	338	338	507	338	338	507	338	338

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29: Costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo - mejor. Hoja 2/4

Estilos	Abr			May			Jun		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	150	100	100	150	100	100	150	100	100
Pant Dama	153	102	102	153	102	102	153	102	102
Pant Niño	44	29	29	44	29	29	44	29	29
Pant Niña	36	24	24	36	24	24	36	24	24
Ber Hombre	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Ber Dama	11	7	7	11	7	7	11	7	7
Ber Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Ber Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Dama	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Braga Niño	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Niña	5	3	3	5	3	3	5	3	3
Falda Dama	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Falda Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cam Hombre	31	20	20	31	20	20	31	20	20
Cam Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Blusa Dama	20	14	14	20	14	14	20	14	14
Blusa Niña	9	6	6	9	6	6	9	6	6
TOTAL	507	338	338	507	338	338	507	338	338

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29: Costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo - mejor. Hoja 3/4

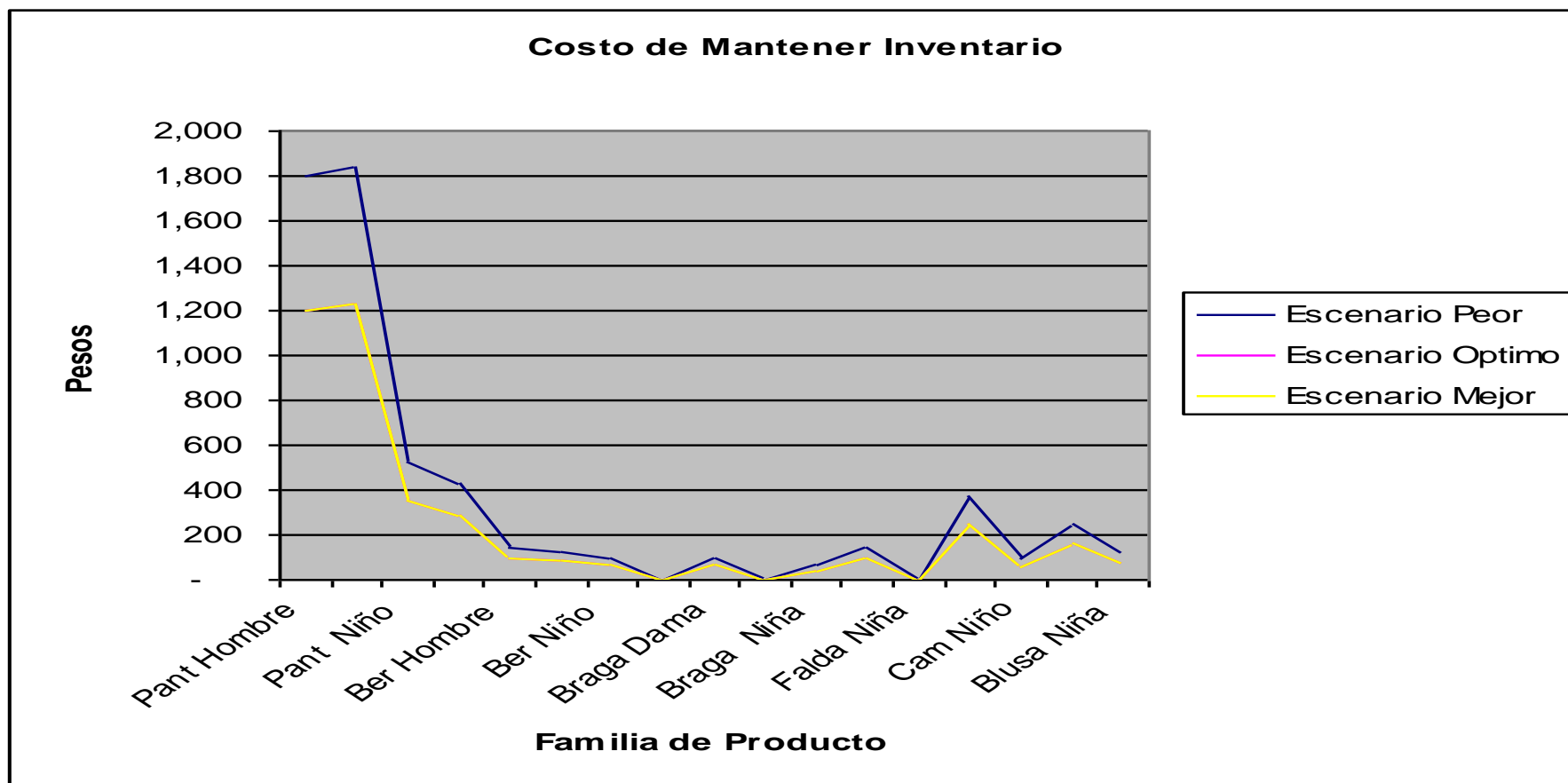
Estilos	Jul			Ago			Sep		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	ptimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	150	100	100	150	100	100	150	100	100
Pant Dama	153	102	102	153	102	102	153	102	102
Pant Niño	44	29	29	44	29	29	44	29	29
Pant Niña	36	24	24	36	24	24	36	24	24
Ber Hombre	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Ber Dama	11	7	7	11	7	7	11	7	7
Ber Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Ber Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Dama	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Braga Niño	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Niña	5	3	3	5	3	3	5	3	3
Falda Dama	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Falda Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cam Hombre	31	20	20	31	20	20	31	20	20
Cam Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Blusa Dama	20	14	14	20	14	14	20	14	14
Blusa Niña	9	6	6	9	6	6	9	6	6
TOTAL	507	338	338	507	338	338	507	338	338

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29: Costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo - mejor. Hoja 4/4

Estilos	Oct			Nov			Dic		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	150	100	100	150	100	100	150	100	100
Pant Dama	153	102	102	153	102	102	153	102	102
Pant Niño	44	29	29	44	29	29	44	29	29
Pant Niña	36	24	24	36	24	24	36	24	24
Ber Hombre	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Ber Dama	11	7	7	11	7	7	11	7	7
Ber Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Ber Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Dama	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Braga Niño	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braga Niña	5	3	3	5	3	3	5	3	3
Falda Dama	12	8	8	12	8	8	12	8	8
Falda Niña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cam Hombre	31	20	20	31	20	20	31	20	20
Cam Niño	8	5	5	8	5	5	8	5	5
Blusa Dama	20	14	14	20	14	14	20	14	14
Blusa Niña	9	6	6	9	6	6	9	6	6
TOTAL	507	338	338	507	338	338	507	338	338

Fuente: Elaboración propia



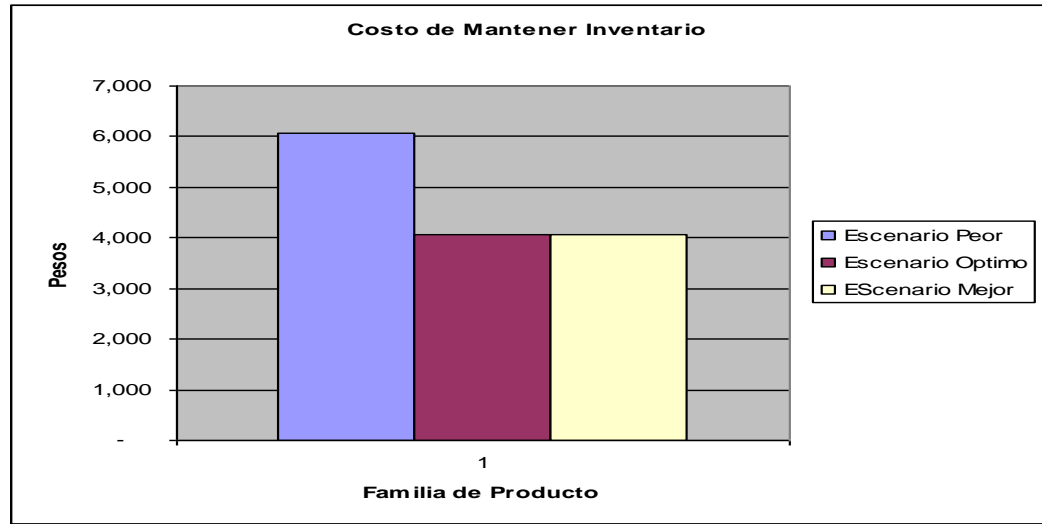
Gráfica 16. Costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo - mejor

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 30. Consolidado costo de mantener inventario. Escenario peor – óptimo - mejor

Coto de Mantener Inv		
Escenario		
Peor	Optimo	Mejor
1,800	1,200	1,200
1,836	1,224	1,224
522	348	348
432	288	288
147	98	98
126	84	84
95	63	63
3	2	2
95	64	64
2	1	1
63	42	42
145	97	97
1	1	1
367	245	245
92	61	61
244	162	162
111	74	74
6,080	4,054	4,054

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 17. Consolidado costo de mantener inventario. Escenario peor-óptimo-mejor

Fuente: Elaboración propia

Los anteriores cuadros y gráficas muestran los datos de los tres Escenarios: Peor - Optimo y Mejor de los costos de mantener inventario, para cada familia de productos por meses; de igual forma se presenta un consolidado del año.

Al realizar un análisis exhaustivo en los datos de costo de mantener inventario registrados durante el año 2.006 de los escenarios Peor y Mejor de cada una de las familias de productos en los diferentes meses del año, se concluye que los datos del mejor escenario conducirán a una mayor reducción de los costos de mantener inventario. Por tal motivo la empresa deberá dirigir sus estrategias en cumplir con los parámetros que le permitan mantenerse en el mejor escenario.

- Prueba T Pariada: Para probar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se efectúa la prueba T Pariada; se selecciona esta prueba dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que el factor de familia de productos no haga parte del análisis, por lo que se procede a tratar el factor familia como bloque y se analiza únicamente el factor de costos de mantener inventario.

El análisis se realiza con los datos consolidados de los escenarios peor y mejor. Ver Cuadro 30.

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Ho: Los costos de mantener inventario del peor escenario sean iguales a los costos de mantener inventario del mejor escenario.

H1: Los costos de mantener inventario del peor escenario sean diferentes a los costos de mantener inventario del mejor escenario.

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de Ho:

Computed t statistic = 2.58949

P-Value = 0.019758

Reject the null hypothesis for alpha = 0.05

Por lo tanto, Ho, se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente con un nivel de confianza del 95% para afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población de los Costos de Mantener Inventario del peor y mejor escenario.

De acuerdo con lo anterior y dado que se rechaza la hipótesis nula (Ho) por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos de costos de mantener inventario del mejor escenario, conducirá a una reducción mayor de los costos de producción.

5.9.3 Demanda de productos. A continuación se presenta un análisis de los datos óptimos de demanda de productos obtenidos por el modelo matemático, con los datos registrados durante el año 2006 de las cifras en el peor y mejor escenario.

Cuadro 31. Demanda de productos. Escenario peor – óptimo – mejor. Hoja 1/4

Estilos	Ene			Feb			Mar		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	732	832	873	538	633	678	949	1,091	1,178
Pant Dama	987	1,121	1,177	724	851	911	1,214	1,396	1,507
Pant Niño	184	209	220	136	160	171	256	294	317
Pant Niña	174	198	208	129	152	163	255	294	317
Ber Hombre	61	69	73	45	53	56	80	92	100
Ber Dama	48	54	57	35	41	44	56	65	70
Ber Niño	63	72	75	47	55	59	92	106	114
Ber Niña	20	23	24	15	18	19	33	37	40
Braga Dama	27	31	32	20	23	25	31	35	38
Braga Niño	8	9	9	6	7	7	7	8	9
Braga Niña	47	53	56	35	41	44	74	85	92
Falda Dama	84	95	100	61	72	77	109	125	135
Falda Niña	25	29	30	19	22	24	37	43	46
Cam Hombre	211	240	252	154	181	193	230	265	286
Cam Niño	40	45	47	30	35	37	64	74	80
Blusa Dama	62	71	74	45	53	57	60	68	74
Blusa Niña	61	69	73	44	52	56	68	78	84
Total	2,833	3,219	3,380	2,082	2,449	2,620	3,615	4,155	4,487

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 31. Demanda de productos. Escenario peor – óptimo – mejor. Hoja 2/4

Estilos	Abr			May			Jun		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	679	772	818	997	1,187	1,270	919	1,069	1,154
Pant Dama	913	1,038	1,100	1,312	1,562	1,671	1,218	1,416	1,529
Pant Niño	172	195	207	259	309	330	237	275	297
Pant Niña	163	185	196	252	300	321	229	266	287
Ber Hombre	57	64	68	84	100	107	77	90	97
Ber Dama	44	50	53	62	74	79	58	68	73
Ber Niño	59	67	71	91	108	116	83	96	104
Ber Niña	19	21	23	31	36	39	27	32	34
Braga Dama	25	28	30	34	41	44	32	38	41
Braga Niño	7	8	9	9	11	12	9	10	11
Braga Niña	44	50	53	70	84	90	63	73	79
Falda Dama	78	88	93	114	136	145	105	122	132
Falda Niña	24	27	29	37	44	47	33	39	42
Cam Hombre	194	220	234	266	316	339	251	291	315
Cam Niño	37	42	45	61	72	77	54	63	68
Blusa Dama	57	65	69	74	88	95	71	83	89
Blusa Niña	56	64	67	77	92	98	73	85	91
Total	2,628	2,986	3,165	3,831	4,561	4,880	3,539	4,115	4,444

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 31. Demanda de productos. Escenario peor – óptimo – mejor. Hoja 3/4

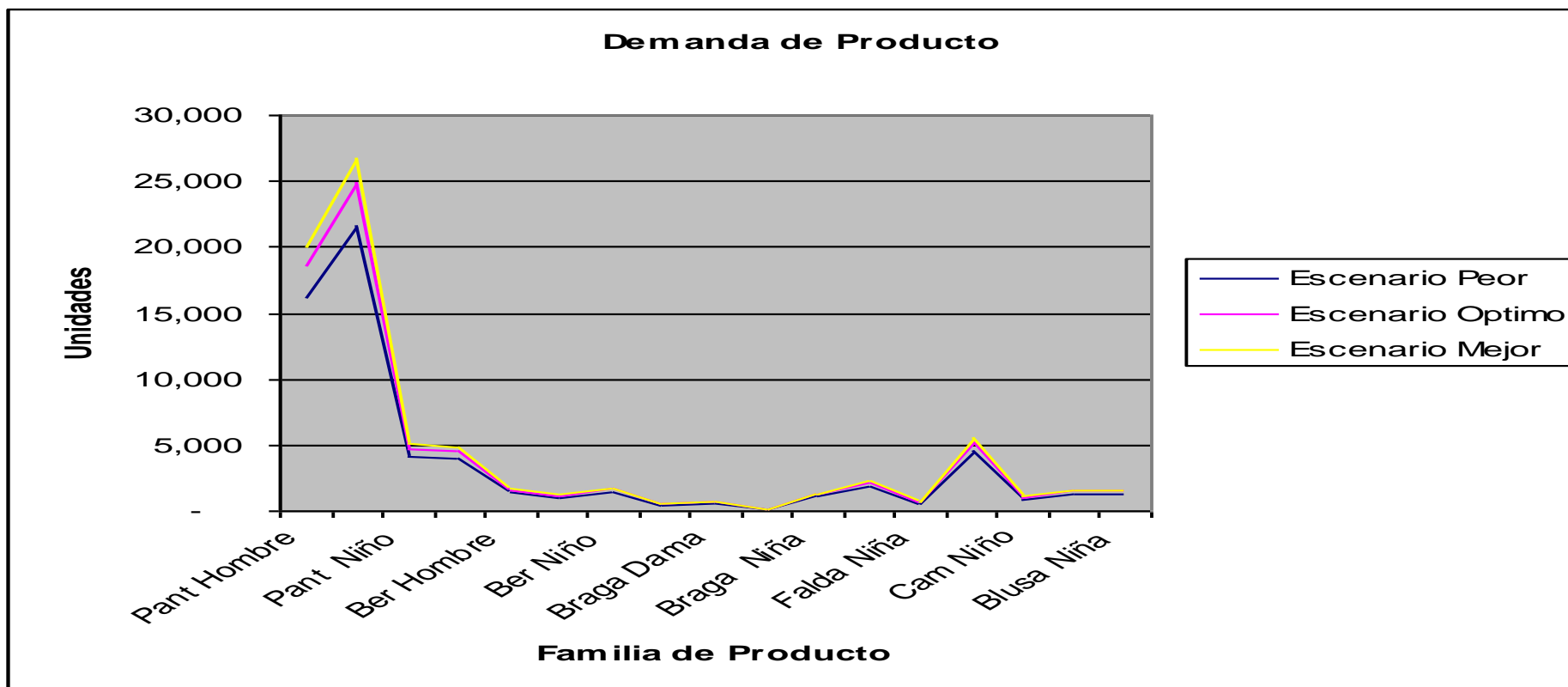
Estilos	Jul			Ago			Sep		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	1,071	1,260	1,361	983	1,117	1,196	930	1,069	1,155
Pant Dama	1,413	1,662	1,795	1,277	1,451	1,552	1,230	1,414	1,527
Pant Niño	277	326	353	260	296	316	240	276	298
Pant Niña	269	316	342	256	291	312	232	267	288
Ber Hombre	90	106	114	83	94	101	78	90	97
Ber Dama	67	79	86	60	68	73	59	68	73
Ber Niño	97	114	123	92	105	112	84	96	104
Ber Niña	32	38	41	32	36	39	28	32	35
Braga Dama	37	44	47	33	37	40	33	37	40
Braga Niño	11	12	13	8	9	10	9	10	11
Braga Niña	75	88	95	73	83	89	64	74	80
Falda Dama	122	144	155	113	128	137	106	122	132
Falda Niña	39	46	50	37	42	45	34	39	42
Cam Hombre	288	339	366	251	285	305	252	290	313
Cam Niño	64	76	82	63	72	77	55	63	69
Blusa Dama	81	95	103	68	77	82	71	82	89
Blusa Niña	84	98	106	73	83	89	73	84	91
Total	4,118	4,845	5,233	3,762	4,275	4,574	3,579	4,114	4,443

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 31. Demanda de productos. Escenario peor – óptimo – mejor. Hoja 4/4

Estilos	Oct			Nov			Dic		
	Escenario			Escenario			Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	971	1,129	1,230	1,519	1,746	1,885	5,913	6,720	7,257
Pant Dama	1,274	1,481	1,614	2,019	2,321	2,507	8,041	9,137	9,868
Pant Niño	253	294	321	389	448	483	1,470	1,671	1,804
Pant Niña	247	287	313	374	430	465	1,377	1,565	1,690
Ber Hombre	82	95	103	127	146	158	491	558	603
Ber Dama	60	70	77	97	111	120	393	447	482
Ber Niño	89	103	113	135	155	168	499	567	612
Ber Niña	30	35	38	44	51	55	154	175	189
Braga Dama	33	39	42	54	62	67	222	252	272
Braga Niño	9	10	11	13	15	17	63	71	77
Braga Niña	69	80	88	103	118	128	363	412	445
Falda Dama	111	129	141	175	201	218	681	774	836
Falda Niña	36	42	45	54	63	68	201	228	246
Cam Hombre	257	299	325	419	482	520	1,749	1,987	2,146
Cam Niño	59	69	75	88	101	109	306	348	376
Blusa Dama	71	83	90	120	138	149	525	597	645
Blusa Niña	75	87	95	121	139	151	503	571	617
Total	3,726	4,332	4,722	5,853	6,728	7,266	22,951	26,081	28,167

Fuente: Elaboración propia



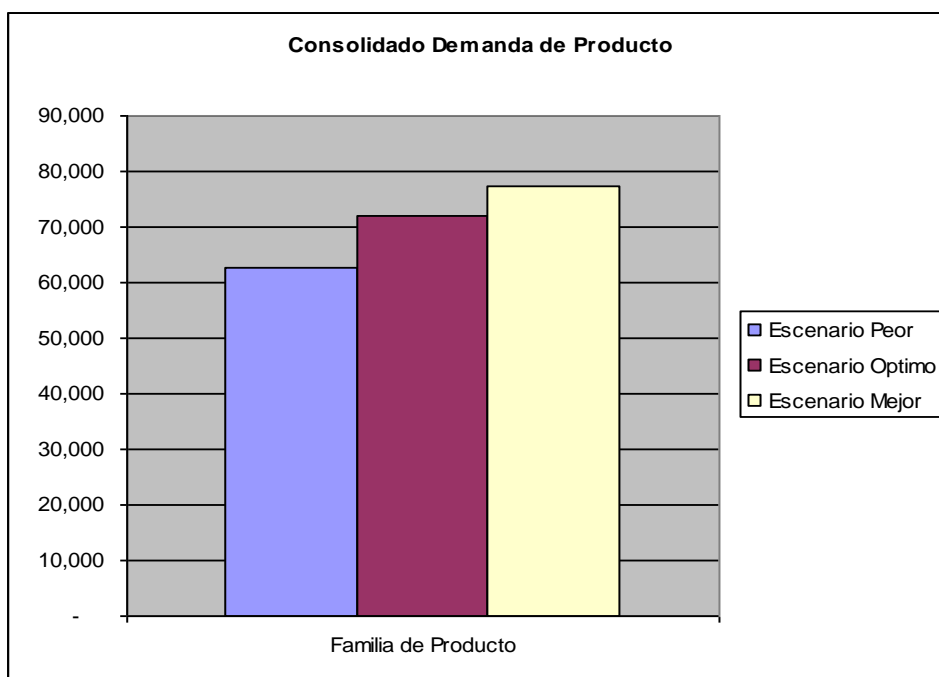
Gráfica 18. Demanda de producto. Escenario peor – óptimo - mejor

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 32. Consolidado demanda de Producto. Escenario peor - óptimo - mejor

Estilos	Demanda De Producto		
	Escenario		
	Peor	Optimo	Mejor
Pant Hombre	16,203	18,625	20,056
Pant Dama	21,621	24,851	26,760
Pant Niño	4,134	4,753	5,119
Pant Niña	3,958	4,552	4,901
Ber Hombre	1,354	1,556	1,676
Ber Dama	1,041	1,196	1,288
Ber Niño	1,431	1,645	1,772
Ber Niña	465	534	575
Braga Dama	581	667	718
Braga Niño	158	182	196
Braga Niña	1,081	1,243	1,338
Falda Dama	1,859	2,136	2,301
Falda Niña	576	662	713
Cam Hombre	4,521	5,194	5,594
Cam Niño	922	1,060	1,141
Blusa Dama	1,306	1,500	1,615
Blusa Niña	1,308	1,503	1,618
Total	62,517	71,860	77,383

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 19. Consolidado demanda de producto. Escenario peor-óptimo-mejor

Fuente: Elaboración propia

Los anteriores cuadros y gráficas muestran los datos de los tres Escenarios: Peor - Óptimo y Mejor de demanda de productos, para cada familia por meses; de igual forma se presenta un consolidado del año.

Al realizar un análisis exhaustivo en los datos registrados de demanda de producto durante el año 2.006 de los escenarios Peor y Mejor de cada una de las familias de productos en los diferentes meses del año, se concluye que los datos del mejor escenario conducirán a una mayor demanda de productos. Por tal motivo la empresa deberá dirigir sus estrategias en cumplir con los parámetros que le permitan mantenerse en el mejor escenario.

- Prueba T Pariada: Para probar estadísticamente las conclusiones antes anotadas, se efectúa la prueba T Pariada; se selecciona esta prueba dado que el modelo en estudio tiene dos factores diferentes y se requiere que el factor de familia de productos no haga parte del análisis, por lo que se procede a tratar el factor familia como bloque y se analiza únicamente el factor de demanda de productos.

El análisis se realiza con los datos consolidados de los escenarios peor y mejor. Ver Cuadro 32.

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

El estadístico de prueba a aplicar es:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Ho: Los costos de mantener inventario del peor escenario sean iguales a los costos de mantener inventario del mejor escenario.

H1: Los costos de mantener inventario del peor escenario sean diferentes a los costos de mantener inventario del mejor escenario.

Aplicando el criterio aceptación o rechazo de H_0 :

Computed t statistic = -2.54461

P-Value = 0.0216379

Reject the null hypothesis for $\alpha = 0.05$

Por lo tanto, H_0 , se rechaza; es decir, que existe evidencia suficiente con un nivel de confianza del 95% para afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la población de demanda de productos del peor y mejor escenario.

De acuerdo con lo anterior y dado que se rechaza la hipótesis nula (H_0) por la cola izquierda, también se puede afirmar que los datos de demanda de productos del mejor escenario, conducirá a generar mayores beneficios de rentabilidad a la empresa.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES GENERALES

Después de analizar los datos históricos del año 2005 de la Empresa, con los datos obtenidos por el modelo matemático en las diferentes variables de estudio, se concluye que el método tradicional que la Empresa, utiliza para diseñar su sistema de producción no favorece en la búsqueda de minimización de costos de producción que pretende conseguir para competir en el mercado.

Al analizar aspectos como: número de unidades a fabricar, costos de producción, costo de mantener inventario y capacidad instalada; se observa que en cada uno de estos aspectos se incurre en sobre-costos debido a una mala programación de la producción y estimación de la demanda.

El modelo matemático en estudio disminuye sustancialmente el costo de producción dado que éste analiza las diferentes áreas de la Empresa, por separado para encontrar un punto de convergencia donde cada una de las restricciones y variables consideradas se cumplan para todo el sistema; proporcionando los datos de mejor costo de producción.

6.1.1. Unidades fabricadas. Al revisar las diferentes cifras utilizadas para desarrollar el modelo matemático; se concluye que para efectuar una verdadera disminución en los costos de fabricación se debe partir de un minucioso estudio de las variables que resultan relevantes para determinar el número de unidades a fabricar en los diferentes periodos y familias de productos.

Si se parte de una buena asignación de las unidades a fabricar cumpliendo con la demanda, la Empresa, disminuirá drásticamente sus costos de fabricación; los costos que se generen por concepto de producción y mantener inventario resultan fijos y otros son controlables por la empresa.

Cuadro 33. Porcentaje disminución unidades fabricadas - dato óptimo- año 2005

Consolidado Unid. Fabricadas		
Unid Fab.		
Optimo	2005	% Disminución
18,625	24,343	23%
24,851	37,958	35%
4,753	6,033	21%
4,552	10,543	57%
1,556	3,111	50%
1,196	1,993	40%
1,645	3,750	56%
534	1,190	55%
667	1,563	57%
182	421	57%
1,243	3,432	64%
2,136	4,241	50%
662	1,788	63%
5,194	15,377	66%
1,060	5,596	81%
1,500	3,426	56%
1,503	3,814	61%
71,860	128,579	44%

Fuente: Elaboración propia

6.1.2. Costo de producción. Una vez definidas las unidades a fabricar por cantidades, familias, fechas y demás variables que se quieran considerar, la empresa, estará en condiciones de organizar la producción que le permita disminuir al máximo los costos de producción programando con los proveedores de los insumos los precios, cantidades y fechas de entrega, mano de obra, maquinaria requerida y fechas de entrega a los clientes, entre otros.

Cuadro 34. Porcentaje disminución costo producción- dato óptimo año 2005

Consolidado Costo Prod.		
Pesos		
Óptimo	2005	% Disminución
392,009	576,325	32%
524,042	1,284,463	59%
85,865	101,389	15%
95,516	193,138	51%
26,547	73,560	64%
17,524	32,917	47%
22,696	37,487	39%
6,947	10,946	37%
14,408	23,050	37%
3,824	8,178	53%
27,341	67,568	60%
36,447	71,028	49%
10,962	19,766	45%
124,340	280,934	56%
20,586	68,961	70%
26,399	55,811	53%
17,399	41,105	58%
1,452,851	2,946,627	51%

Fuente: Elaboración propia

6.1.3. Costo de mantener inventario. La mejor decisión sobre el manejo de los inventarios en una empresa, es que éstos tiendan a cero en lo posible. La empresa, no incurriría en el costo de su mantenimiento y lo que resulta más riesgoso, la desvalorización de los inventarios en el tiempo. Desafortunadamente el sistema de venta que maneja la empresa, a través de almacenes no le permite practicar el principio de cero inventario. Resulta contradictorio, pero, el incremento en la venta se logra en mantener buenas cantidades y variedades de artículos en inventario.

Cuadro 35. Porcentaje disminución costo mantener inventario - dato óptimo año 2005

Consolidado Costo Mantener Inv		
Costos de Inv.		
Optimo	2005	% Disminución
1,200	1,674	28%
1,224	1,939	37%
348	473	26%
288	702	59%
98	184	47%
84	139	39%
63	142	56%
2	126	98%
64	153	59%
1	92	99%
42	117	64%
97	187	48%
1	185	99%
245	850	71%
61	377	84%
162	388	58%
74	182	59%
4,054	7,911	49%

Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Capacidad instalada. Al utilizar el sistema tradicional para programar la producción, los datos que se obtienen son de un número mayor de unidades a fabricar, lo que genera una mayor disponibilidad de capacidad de la planta. Con los datos del modelo matemático la disponibilidad de la planta disminuye sustancialmente, generando una reducción en costos de inversión, de capital, mano de obra y mantenimiento de la planta de fabricación.

Cuadro 36. Porcentaje capacidad ociosa de planta.

	Resultado Min/Mes		% Dism
	Req	Capacidad	
T prod 1	1470.060	11970	88%
T prod 2	1117.850	11400	90%
T prod 3	1892.110	12540	85%
T prod 4	1362.000	10260	87%
T prod 5	2079.100	11970	83%
T prod 6	1876.970	11400	84%
T prod 7	2208.740	10830	80%
T prod 8	1947.370	11970	84%
T prod 9	1875.500	11970	84%
T prod 10	1974.910	11970	84%
T prod 11	3068.050	11400	73%
T prod 12	11907.810	13000	8%

Fuente: Elaboración propia

6.2 RECOMENDACIONES

1. Dado que el consumo de los productos que la Empresa, fabrica surte su demanda en el segundo semestre del año, la Empresa, deberá incursionar en mercados alternos o reforzar el sistema de maquila de productos terminados que le permitan el aprovechamiento al máximo de la capacidad ociosa de la planta de fabricación en el primer semestre del año.

2. Con los datos del modelo matemático, la Empresa, deberá realizar un estudio para seleccionar un producto que le genere mayor beneficio y le permita ser líder en el mercado por múltiples circunstancias, tales como precio, calidad, forma y estilo, con la finalidad de lograr posicionarse en el sector de confecciones a nivel local como el líder en ofrecer el producto por los beneficios que ofrece.

3. Realizar un estudio minucioso de cuántas unidades debe tener en inventario y hasta qué punto le genera beneficio la producción o incremento de una unidad más en el inventario. Bajó este análisis puede resultar conveniente para la empresa, dejar de fabricar ciertos productos asumiendo las implicaciones que esto ocasiona en los clientes de la empresa; pero redundaría

en la fabricación de otros productos que tienen una mayor rentabilidad o rotación en el tiempo.

4. Con los datos que se obtienen del modelo matemático la empresa, deberá iniciar alianzas estratégicas con sus proveedores de insumos y servicios; programando fechas de entrega, costos, porcentaje de descuentos y demás beneficios. Finalmente la Empresa, suministrará información valiosa que le representará beneficios.

5. Realizar alianzas estratégicas con los agentes vendedores, almacenes y los clientes directos de la Empresa, para programar a lo largo de cada mes del año las colecciones a fabricar que le generen beneficios de precios, fechas de entregas, cantidades, tendencias, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN, Jorge Eliécer. Metodología de la Investigación. Cúcuta: Universidad de Pamplona. 1989. 179p
- BAPTISTA LUCIO, Pilar. FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología De La Investigación. *México, Df, Editorial Mcgraw Hill*. 1995
- Contabilidad de Costos. Oscar Gómez Bravo. Quinta Edición.
- “Consejos para la elaboración de una Tesis (Parte 1)”, (Vía Internet) <http://www.escribimos.com>.
- CHASE, R.B., AQUILANO, NJ. Y JACOBS, F.R. Administración de producción y operaciones. Manufacturas y servicios, Octava edición. Santa fe de Bogotá: MC Graw Hill. 2000. Cáp. 13. p. 494 - 531.
- DELL' AGNOLO, MARCO ANTONIO. Costos de Inventarios, Planificación de Stocks y Aprovisionamiento. Septiembre, 2004. (Vía Internet). <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/planstock.htm>
- DEMERS JULIE, La gerencia de inventario, CMA Management., Mayo de 2002, Vol.76, p3, p14.
- GARCÍA, VÍCTOR JAIME. Una aproximación a los Modelos de Inventarios. (13 de Julio de 2002). (Vía Internet). <http://basicamente.usta.edu.co/anteriores/numero1/Articulos/aplicaciones/Inventarios>
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Segunda actualización. Santa fe de Bogota DC. 1996
- Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos. Cuarta Edición. Wayne L. Winston
- Microsoft Encarta Biblioteca de Consulta. 2004. [CD-ROOM]

- NORMA TECNICA COLOMBIANA. Documentación. Presentación de tesis. Trabajo de grado y otros trabajos de investigación. Quinta actualización. Santa fe De Bogota DC. 2002.

- PHILIP E., hicks. Ingeniería Industrial y administración, Compañía editorial continental, S.A. De C.V. México 2000
- RESTREPO OLANO, Carlos E. Uninorte, CEC. Gestión de Inventarios, Administración de Bodegas y Almacenes. *Ediciones Uninorte, Barranquilla*. 1996.

- SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert. Planeación y Control de la Producción. México: Mc Graw Hill. 1998. p. 111-117

- UNIVERSIDAD DEL NORTE. Notas de clase para presentación de proyectos de investigación. Barranquilla 2000.